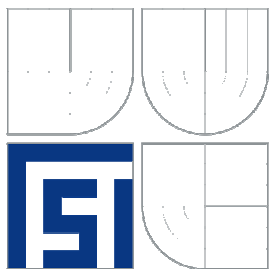


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

NÁVRH A KONŠTRUKCIA PROTOTYPU UNIVERZÁLNEHO POLOAUTOMATICKÉHO ZARIADENIA PRE AUTOMOBILOVÝ PRIEMYSEL

DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE PROTOTYPE OF UNIVERSAL
SEMI-AUTOMATIC EQUIPMENT FOR AUTOMOTIVE INDUSTRY

DIPLOMOVÁ PRÁCA
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Peter KRISTEL

VEDÚCI PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Josef SEDLÁK, Ph.D.

BRNO 2012

Zadanie (obojstranne)

- 1 x originál
- 1 x kópia

ABSTRAKT

Konštrukcia poloautomatického zariadenia DCR 231 predstavuje pre spoločnosť Mubea v dlhodobom hľadisku nákladovú úsporu, ktorá rastie s časom aktívneho využívania zariadenia. Zariadenie je koncipované ako univerzálny nástroj na automatizáciu výrobného kroku nasúvania trubičky do vnútorného priemeru trubkových stabilizátorov. Nasúvanie trubičky do oboch koncov stabilizačnej tyče prispeje k zvýšeniu pevnosti týchto koncových oblastí stabilizátora, využitie spevnenia len na koncoch stabilizačnej tyče prispieva k redukcii hmotnosti stabilizátora, ktorá čiastočne prispieva k celkovej redukcii hmotnosti nápravy vozidla. V globálnej mierke teda zariadenie prispieva k zníženiu nákladov spojených s užívaním automobilu.

Kľúčové slová

stabilizátor, konštrukcia, SolidEdge, Daimler R231, univerzálnosť, nasúvanie trubičiek, pneumatický prvok, hydraulický prvok, CE

ABSTRACT

Construction of semi-automatic equipment DCR 231 means for company Mubea saving money in long-range target. This economy profit rises with time period of the equipment active usage. The equipment is designed as a universal tool of automatic production step for inserting reinforcement tubes into tubular stabilizer bars. Inserting of these tubes into the both stabilizer ends brings higher strength of supported areas. Benefit of stabilizer bar reinforcement only on its ends is a lower mass leads to reduction of the whole axle mass. The equipment in global scale helps to reduce the costs connected with daily vehicle usage.

Key words

stabilizer bar, construction, SolidEdge, Daimler R231, universal, shell thrusting, pneumatic component, hydraulic component, CE

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

KRISTEL, Peter. *Návrh a konštrukcia prototypu univerzálneho poloautomatického zariadenia pre automobilový priemysel*. Brno 2012. Diplomová práca. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 141 s. příloh. Ing. Josef SEDLÁK Ph.D.

PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som diplomovou prácu na tému **Návrh a konštrukcia prototypu univerzálneho poloautomatického zariadenia pre automobilový priemysel** vypracoval samostatne s použitím odbornej literatúry a prameňov, uvedených na zozname, ktorý tvorí prílohu tejto práce.

Dátum

Bc. Peter Kristel

POĎAKOVANIE

Ďakujem týmto vedúcemu práce Ing. Josefu Sedlákov Ph.D., vedeniu spoločnosti Mubea HZP s r.o., špeciálne poďakovanie DiS. Petru Blumenscheinovi, Ing. Štefanovi Šafránekovi, Ing. Aleši Horákovi, Bc. Jakubu Petrželovi a Ing. Pavlu Jurdovi Ph.D. za významnú pomoc, cenné pripomienky a rady pri vypracovaní diplomovej práce.

Ďakujem tiež obom rodičom za podporu počas celej doby štúdia a predovšetkým za možnosť študovať na Fakulte strojního inžinýrství Vysokého učení technického v Brne.

OBSAH

ABSTRAKT	4
PREHLÁSENIE	5
POĎAKOVANIE	6
OBSAH	7
ÚVOD.....	8
1 História, funkcia a možnosti výroby stabilizačných prvkov podvozku automobilu.....	10
1.1 História automobilu.....	10
1.2 História stabilizácie.....	11
1.3 Popis funkcie stabilizátora	15
1.4 Výroba stabilizátorov	19
2 Konštrukcia prototypu poloautomatického zariadenia.....	25
2.1 Systémové prostredie konštrukčného procesora Solid Edge	25
2.2 Popis funkcie zariadenia DCR 231	27
2.3 Použité zariadenia.....	29
2.3.1 Pneumatické prvky	29
2.3.2 Hydraulické prvky	34
2.3.3 Elektronické prvky.....	37
2.4 Princíp práce poloautomatického zariadenia DCR 231	39
2.5 Postup návrhu jednotlivých komponent.....	42
2.5.1 Základné teleso zariadenia (Grundkörper)	43
2.5.2 Korpus (Körper)	44
2.5.3 Elementy pneumatických klieští HGPT-80-A-B-G2.....	46
2.5.4 Mechanizmus nasúvania	47
2.5.5 Mechanizmus fixácie trubičky	48
2.5.6 Zásobník trubičiek s oddeľovaním	49
2.5.7 Príslušenstvo k zariadeniu DCR 231	50
3 Certifikácia zariadenia pre spoločnosť Mubea HZP	53
4 Technicko – ekonomické zhodnotenie	55
4.1 Zhodnotenie investície.....	55
4.2 Zhodnotenie parametrov	59
ZÁVER	63
ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	64
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV	66
ZOZNAM PRÍLOH.....	67

ÚVOD

Automobilový priemysel zaznamenáva v posledných rokoch pozvoľnú recesiú, ktorá plyní z často spomínanej globálnej finančnej krízy. Jej vyvrcholenie sa však očakáva až v najbližších mesiacoch, resp. v polovici roka 2013. Tento druh priemyslu je však jedným z najrobustnejších, pretože s rovnomerným poklesom zárobkov trh s automobilmi nemá tendenciu rovnomerne klesať, avšak drží si stagnačnú úroveň. Pokles je viditeľný až z dlhodobého hľadiska a aj v tomto prípade je poznať len mierny zostup.

Je to spôsobené pravdepodobne tým, že fungovanie spoločnosti je z veľkej miery založené práve na transporte, či už logistike v prípade firiem, alebo osobnej doprave v prípade jednotlivcov. Doprava je jednou z najdrahších položiek v životnom cykle výrobku a preto musí byť na ňu kladený mimoriadny dôraz. Dôležitosť dopravnej infraštruktúry je nespochybniteľná, len vďaka nej je možné priblížiť sa ideálnemu modelu dokonalej konkurencie v určitej sledovanej jednotke, ktorou môže byť štát, firma a podobne. Táto dôležitosť je dôvodom, prečo spoločnosti zaoberajúce sa transportom nepociťujú ani v časoch globálnej krízy výraznejšie obmedzenia. Pretože jednou z možností, ako porušený trh znovu oživiť je rozprúdiť ekonomiku a na to je logistika ideálnym nástrojom.

V spojitosti s osobnou dopravou, pri ktorej mnohokrát hlavným dôvodom nie je nutnosť, ale pohodlnosť dnešných ľudí, ktorí budú ochotní zaplatiť za pohonné hmoty čokoľvek aj v situácií, kedy budú nútení obmedzovať sa v iných, oveľa dôležitejších odvetviach, akými môžu byť napríklad bývanie, stravovanie atď. Pohodlnosť núti ľudí, ktorí nie sú ochotní vzdať sa svojich výsad, siahť po lacnejších variantoch osobnej dopravy. V rokoch 2013 – 2016 sa očakáva masívny úpadok dopytu po konvenčných energetických agregátoch či už v osobnej, alebo časom i v profesionálnej doprave. Tieto majú nahradiť mnoho efektívnejšie, „čistejšie“ jednotky poháňané elektrickou energiou.

Spoločnosť General Motors (GM) sa v posledných dekádach zmieta v miliardových dlhoch. Jedna z najvýznamnejších automobilových spoločností v Amerike a vo svete je umelo vydržovaná pred krachom len vďaka podpore Americkej vlády. Táto skutočnosť je spôsobená práve stále sa zvyšujúcou uvedomelosťou americkej spoločnosti, ktorá siahla pre svoje pohodlie po lacnejších variantoch osobnej dopravy.

Pre koncern GM je najväčším problémom jeho neschopnosť pružnej reakcie na zásadnú zmenu trhu v poslednom období. Americká spoločnosť si už tiež zrejmé uvedomila zbytočnosť ohromných vysoko-objemových hnacích jednotiek tak často používaných v osobnej doprave a hľadá uspokojenie v menších, úspornejších automobiloch.

Tie však firma GM, kedysi hlavný dodávateľ automobilov na americký trh, v portfóliu nemá, ba naopak generuje stále hlavne vysoko-objemové nákladné modely.

Vďaka zdravej konkurencii podporovanej fungujúcou logistikou i Američania siahajú po uvedomelých európskych či japonských značkách. Práve preto idú tieto kvalitné, nízko nákladové, spoľahlivé automobily na odbyt aj v časoch krízy.

Chcel by som predovšetkým poukázať na „západné“ koncerny, ktoré správne pochopili zmenu v myslení ľudí a dokázali sa trhu prispôbiť natoľko, že niektoré z nich ani v čase krízy neregistrovali žiadny, alebo len minimálny pokles výnosov. Takéto spoločnosti si preto môžu dovoliť investovať nemalé finančné prostriedky do vývoja najmodernejších technológií zameraných na minimalizáciu nákladov spojených s užívaním automobilu.

Cieľom tejto práce je zaviesť do praxe prototypové zariadenie určené na redukcii spotrebných nákladov športového prevedenia modelu Mercedes – Benz SL. Jedná sa o poloautomatické zariadenie využívajúce pneumatických a hydraulických prvkov k nasúvaniu trubiek rôznych rozmerov do konca stabilizátora, čím bude zabezpečená dostatočná pevnosť oboch koncov stabilizačného prvku určených k jeho upnutiu na rám automobilu a zároveň minimalizovaná jeho hmotnosť. Zariadenie je koncipované ako univerzálny nástroj pre niekoľko rôznych projektov, primárne je však konštruované pre koncern Daimler. Spoločnosť Mubea sa tak snaží o minimalizáciu nákladov a zároveň o dodržanie prísnych požiadaviek zákazníka, ktorý je ochotný vynakladať finančné prostriedky na zdanlivo minimálnu úsporu hmotnosti. Koncern Daimler však kladie dôraz na množstvo detailov, ktoré v konečnom dôsledku vypovedajú o dôvode jeho prestíži na automobilovom trhu a vedie svojich zákazníkov k presvedčeniu o správnosti rozhodnutia v stále silnejšom konkurenčnom boji. Práve tento náhľad zabezpečuje spomínanej spoločnosti budúcnosť a množstvo spokojných spotrebiteľov.

Mubea
engineering for mobility

DAIMLER



Mercedes-Benz
The best or nothing.

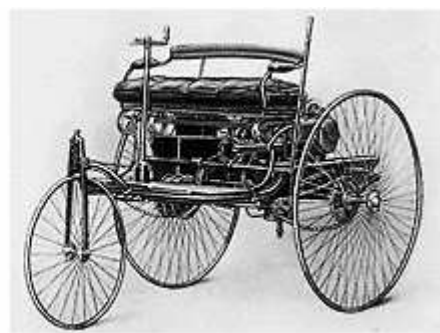
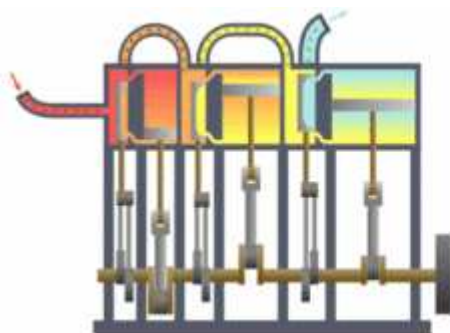


1 HISTÓRIA, FUNKCIA A MOŽNOSTI VÝROBY STABILIZAČNÝCH PRVKOV PODVOZKU AUTOMOBILU

1.1 História automobilu

^[9]Historické korene automobilov siahajú až k počiatku vynálezu prvého nezávislého hnacieho mechanizmu, parného stroja. Prvý parou poháňaný mechanický stroj zostrojil Hérón Alexandrijský nazývaný tiež „Méchanikos“ v 1. storočí nášho letopočtu. Jedná sa o starovekého gréckeho matematika, fyzika a vynálezcu, známeho predovšetkým definíciou Herónovho vzorca pre výpočet obsahu trojuholníka. Neuvedomoval si však potenciál svojho vynálezu, ktorý považoval len za hračku. K nezávislému objavu parného stroja došlo znovu až v roku 1765 Jamesom Wattom, ktorý sa považuje za jeho vynálezcu i keď jeho prínos spočíval v značnom zdokonalení princípu funkčného parného stroja skonštruovaného dvojicou anglických vynálezcov Thomasa Saveryho a Thomasa Newcomena.

^[10]Nový typ nezávislého pohonu sa snažilo pre pohon svojich prototypov využiť mnoho konštruktérov. Parný mechanizmus (Obr. 1.1) však potreboval k prevádzke niekoľko tonový, ťažkopádny kotol na ohrev vody, ktorý znemožňoval využitie tejto technológie k osobnej doprave.

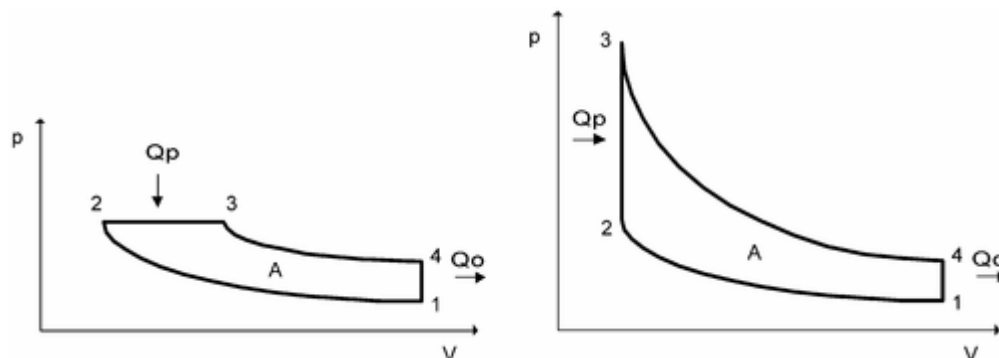


Obr. 1.1 Schéma parného ústrojenstva^[10], prvý automobil^[9].

^[9]Zvrat nastal v polovici 19. storočia, kedy sa konštruktérom podarilo zostaviť prvý funkčný spaľovací motor. V rokoch 1862 – 1866 vyvinul Nicolaus Otto prvý štvortaktný spaľovací motor. Vlastný vývoj dnešných automobilov začal v roku 1885 v Mannheime u Karla Benza, ktorý si nechal patentovať svoju motorovú trojkolku (Obr. 1.1). Krátko nato začal automobily nezávisle konštruovať Gottlieb Daimler v spolupráci s Wilhelmom Maybachom.

Prevratný prínos automobilizmu predložil v roku 1897 rakúsky inžinier Rudolf Diesel svojím prvým funkčným prototypom vznietového motora. Jednalo sa o praktický dôkaz jeho teórií o dokonalejšom spaľovacom mechanizme využívajúcom odlišných tepelných dejov. Dnes známy Dieselov cyklus (Obr. 1.2) pracuje na odlišnom princípe, ako jeho predchodca, konkrétny rozdiel spočíva v odlišných princípoch prívodu a odvodu tepla, Diesel využíva izobarický prívod a izochorický odvod tepla. Dieselov cyklus je dokonalejším spaľovacím mechanizmom, pretože jeho premena chemickej energie v mechanickú prebieha s vyššou účinnosťou, ako u benzínového (Ottovho) cyklu (Obr.1.2).

Práve preto v súčasnej dobe high – tech technológií a modernom prístupe k preprave, kedy hlavným cieľom je minimalizácia nákladov, väčšina praktických spotrebiteľov siaha po dieselových agregátoch.

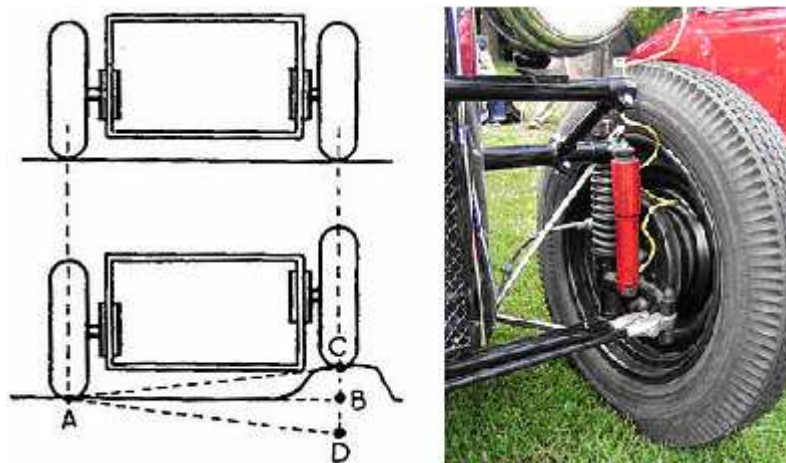


Obr. 1.2 Dieslov a Ottov tepelný cyklus (prevzaté z http://en.wikipedia.org/wiki/Diesel_cycle, resp. http://en.wikipedia.org/wiki/Otto_cycle).

1.2 História stabilizácie

Konštrukcia nápravy vozidla dôležitým spôsobom ovplyvňuje výsledný efekt stabilizácie, ktorá je významnou mierou zastúpená na celkovej bezpečnosti cestnej dopravy. Úlohou stabilizačných prvkov je minimalizovať naklápanie karosérie s tým veľkou mierou prispieť k bezpečnosti i komfortu jazdy prepravovaných osôb.

[7] Jedným z prvých princípov bolo tzv. posuvné zavesenie ramien, prvý krát použité v roku 1898 vynálezcom Decauvilom. Išlo o prvý zaznamenaný prípad nezávislého zavesenia použitého na motorovom vozidle (Obr. 1.3), pri ktorom je každé rameno nápravy nezávisle ovládané posuvným mechanizmom. Tento mechanizmus bol neskôr nahradený odpružením s využitím hydraulického tlmenia. Okolo roku 1904 tento princíp predstavil vynálezca J. Walter Christie, ktorý bol inšpiráciou pre talianskych konštruktérov pri tvorbe modelu Lancia Lambda v roku 1922. Systém bol osvedčený a spoločnosť Lancia ho používala až do roku 1950 na modeli Appia.



Obr. 1.3 Schéma posuvného zavesenia nápravy, praktické využitie [7].

^[8]Ďalším zaujímavým návrhom nápravy je typ „kyvadlovej“ nápravy (Obr. 1.4), využívaný v podvozkoch prvých lietadiel začiatkom 20. storočia. Jedná sa o nápravu s nezávislým odpružením, ktoré jej umožňuje nezávislý zdvih jednotlivých ramien nápravy. Tento typ nápravy štandardne používal listových pružín doplnených tlmičmi pérovania, vozy Volkswagen pred rokom 1967 používali k pruženiu torzných tyčí.

^[11]Typickejším predstaviteľom bola však v 80. rokoch 20. storočia pevná náprava (Obr.1.4), využívaná hlavne pre zadné nápravy. Jej výhodou je relatívna jednoduchosť, nižšie výrobné náklady, nižšia celková hmotnosť vozidla a fakt, že náprava s jej odpružením zaberá menej z vnútorného priestoru vozidla. Pevná náprava sa tiež vyznačuje vysokou pevnosťou a robustnosťou, čo je predpoklad pre využitie pri vysoko výkonových či terénnych vozidlách. Ďalšou výhodou je schopnosť zachovania konštantnej svetlej výšky v teréne i keď dôjde k nadvihnutiu len jedného kolesa. Principiálnou nevýhodou sú negatívne dopady na jazdné vlastnosti a ovládateľnosť. Bežná zostáva pri nákladných vozidlách, autobusoch a iných ťažkých vozidlách pre svoju robustnosť a nízke nároky na údržbu.

Kyvadlová náprava sa dodnes považuje za lepšie riešenie, ako typickejšia pevná náprava a to predovšetkým z nasledujúcich dôvodov:

- má menšiu, tzv. neodpruženú hmotu, ktorú predstavuje neodpružená hmotnosť diferenciálu a hriadelí, preto sa prenášajú menšie sily na skelet vozidla a na posádku. Nižšia neodpružená hmota má za následok lepšiu schopnosť pohlcovať nerovnosti vozovky a prispievať k bezpečnosti a komfortu posádky,
- eliminuje súhlasné zmeny odklonu na opačných kolesách.



Obr. 1.4 Výkyvná^[8] a pevná náprava^[11].

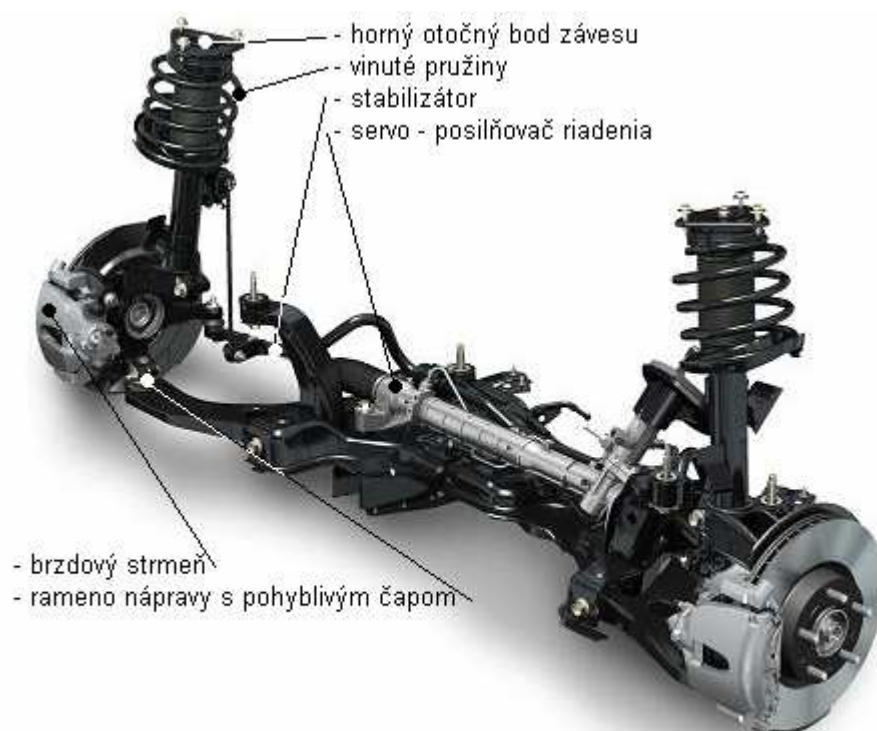
^[6]Ďalším predstaviteľom je usporiadanie nesúce pomenovanie „dvojité lichobežníkové zavesenie“ (Obr.1.5). Známa je tiež pod pojmom „rovnobežníková“ či „náprava s A ramenami“. Využíva nezávislého odpruženia a rovnobežné „A“ ramená uchytené dvoma montážnymi bodmi v skelete a jedným v závese kolesa.

Zvislý pohyb je ovplyvňovaný tlmičom pérovania a vinutou pružinou. Táto konštrukcia umožňuje precízne ovládanie pohybu kolesa po jeho dráhe pri dodržaní parametrov, akými sú odklon kolesa, záklon čapu riadenia, teda uhlová odchýlka tohto čapu od zvislej osi riadeného kolesa, zbiehavosť kolies a iné. Toto usporiadanie je s úpravami prakticky používané dodnes. Konštrukcia používa tiež stabilizátor ako aktívny prvok nápravy.



Obr. 1.5 Lichobežníková náprava ^[6].

Veľmi podobnej konštrukcie je náprava typu McPherson (Obr. 1.6). Toto pomenovanie sa využíva pri prednej náprave, u zadnej nápravy je konštrukcia s minimálnymi zmenami pomenovaná ako „Chapmanova náprava“ (Obr. 1.7). Je zostavená, podobne ako lichobežníková, z „A“ ramena. Využíva os teleskopického tlmiča pérovania ako horný otočný bod závesu kolesa. Princíp plne využívaný v širokom spektre súčasných vozidiel. Spresnenie konštrukčných prevedení dostupné v Prílohe8 Základné konštrukčné koncepcie automobilov_výber_strán.

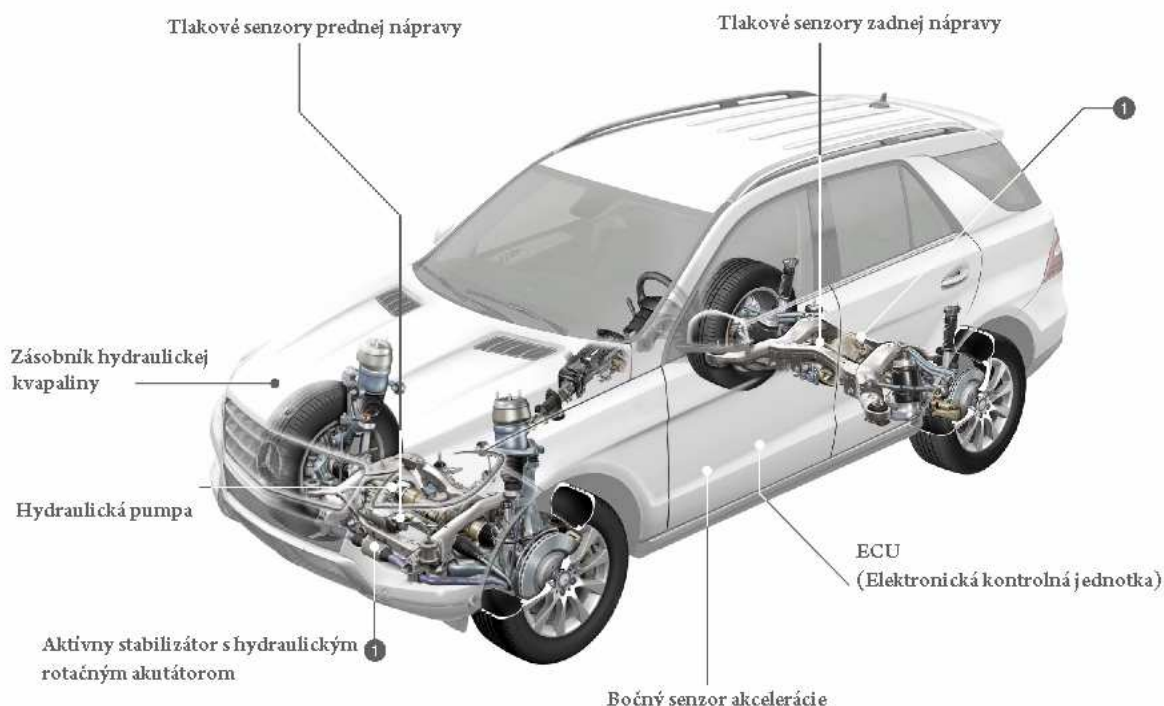


Obr. 1.6 Náprava McPherson (predná náprava Mazda, prevzaté z <http://blog.autoworld.com.my/index.php/tag/sport>).



Obr. 1.7 Chapmanova náprava (zadná náprava Mazda, prevzaté z <http://blog.autoworld.com.my/index.php/tag/sport>).

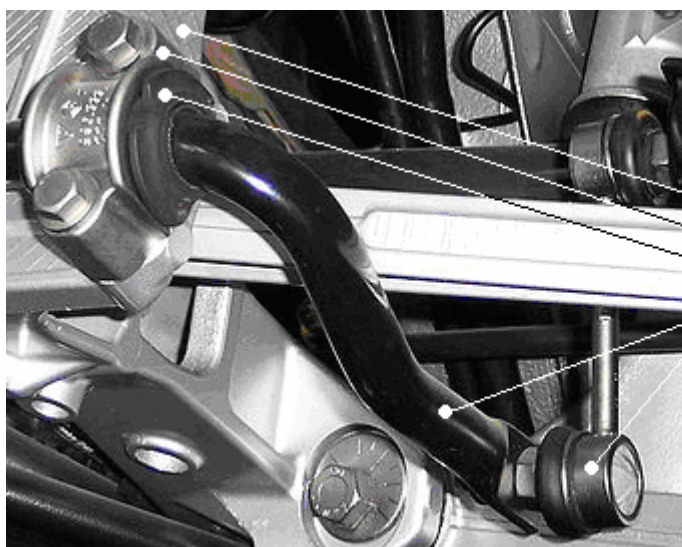
1.3 Popis funkcie stabilizátora ^[2]



Obr. 1.8 Stabilizačné prvky Mercedes (prevzaté z www.daimler.com).

Základná úloha stabilizátora je obsiahnutá v jeho pomenovaní, naznačuje že sa jedná o stabilizačný prvok nápravy automobilu. Zabezpečuje dostatočnú tuhosť nápravy a tým prispieva k bezpečnosti jazdy, hlavne počas prechodu zatáčkou, kedy má automobil najväčšiu tendenciu naklápať sa v smere pôsobenia odstredivej sily. Stabilizátor je umiestnený naprieč vozidlom a je spoločný pre obe kolesá tej istej nápravy. Normálne prevedenie stabilizátora býva označované ako „U“. Tyč býva na dvoch miestach upevnená väčšinou otočne pomocou kovovo – gumových puzdier na rám vozidla. Pomocou tohto otočného uloženia stabilizátor prispieva k tlmeniu vertikálnych síl pôsobiacich na nápravu. Konce tyče sú pevne spojené s pravým a ľavým kolesom jednej nápravy tak, aby sa maximálnou mierou eliminovala jeho vychýlenie. Podľa typu vozidla a druhu použitia môže byť stabilizátor použitý na prednú, zadnú, alebo prevažne na oboje nápravy (Obr. 1.8).

Stabilizátor je zložený zo stabilizačnej tyče opatrenej gumovými vložkami, ktoré plnia úlohu pohyblivého uloženia stabilizátora k podvozku automobilu. Samotné uchytenie zabezpečuje objímka nasadená na gumu a pevne priskrutkovaná k rámu. V niektorých prípadoch je zostava spravidla predného stabilizátora zložená z dvoch stabilizačných tyčí (Obr. 1.9), spojená kĺbovým mechanizmom pre zvýšenie stability prednej nápravy automobilu.



- konštrukcia nápravy
- objímka stabilizátora
- guma umožňujúca miernu rotáciu stabilizátora (spojenie s ramenom)
- stabilizátor
- rotačné kĺbové uchytenie

Obr. 1.9 Namontovaný stabilizátor (prevzaté z http://en.wikipedia.org/wiki/Stabilizer_bar).

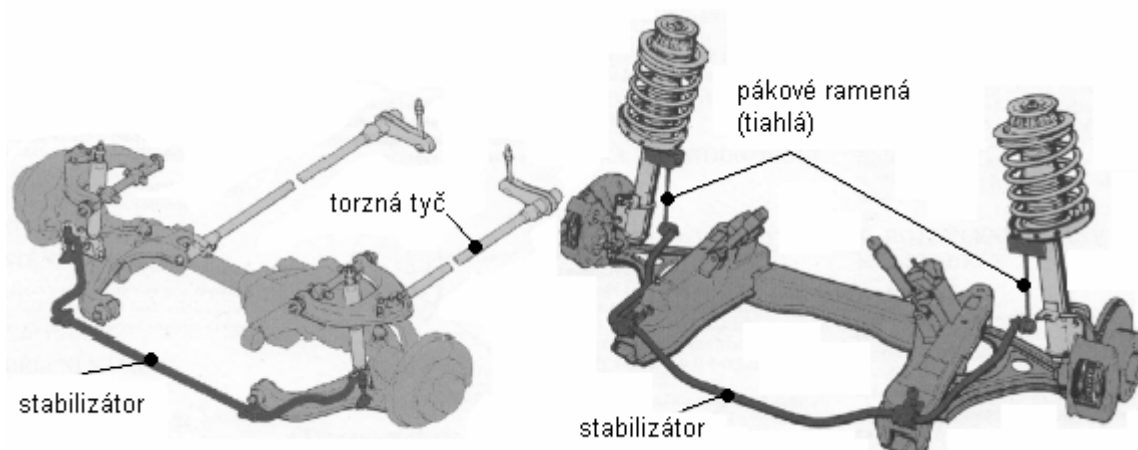
Činnosť stabilizátora:

- obe kolesá rovnakej nápravy nabiehajú na rovnako vysokú nerovnosť, tyč stabilizátora vykonáva len rotačný pohyb v gumovo – kovových puzdrách bez nutnosti korekcie stability využitím krutu svojho tvaru,
- jedno z kolies nabieha na prekážku – stabilizačná tyč sa pohybuje smerom k vozidlu a rameno stabilizátora sa natáča nahor. Tyč tento pohyb prenáša aj na druhé rameno, ktoré sa pohybuje v rovnakom smere, tým stláča príslušnú pružinu, čo má za následok korekciu naklopenia karosérie,
- pri prejazde zatáčkou – vonkajšie pružiny sa pôsobením odstredivej sily stláčajú viac, než vnútorné. Na vnútornej strane vozidla sa rameno skrúcuje smerom nahor (resp. nadol, v závislosti na konštrukcii podvozku) a svojou tuhosťou pôsobí proti pružine, čo má za následok jej stlačenie. Opačné rameno stabilizátora, tzn. na vonkajšej strane zatáčky, sa tiež skrúcuje nahor a pôsobí proti stlačujúcej sa pružine, čím sa opäť dosiahne redukcie naklopenia karosérie,
- v niektorých aplikáciách môže stabilizátor plniť funkciu zabránenia oslňovania protiúceho vozidla, predovšetkým pri použití osvetľovacej technológie Xenón, pri ktorej je osvetľovacia jednotka opatrená dorazovým elementom spojeným so stabilizátorom. Pri prechode vozidla nerovnosťou sa potom zmena polohy stabilizátora prejaví tiež zmenou postavenie osvetľovacej jednotky, čím sa zabráni oslneniu protichodného vozidla. Na tento účel je na stabilizačnej tyči definované sploštenie umožňujúce montáž spomínaného mechanizmu (napr. Mercedes triedy E).

Účinok stabilizácie závisí na tuhosti stabilizátora, preto je potrebné na jeho výrobu použiť dostatočne pevný a predovšetkým húževnatý materiál. Spravidla platí, čím tuhší a robustnejší stabilizátor, tým vyšší eliminačný efekt naklápania karosérie je možné dosiahnuť. Prílišná tuhosť stabilizátora však môže viesť k nadmernému odľahčovaniu vnútorného ramena nápravy a tým k znižovaniu stability vozidla, preto musia byť jeho parametre špecifické pre každý typ nápravy. Najčastejšie sa na vozidlách vyskytujú stabilizátory tvaru „U“. Tieto plnia hlavne funkciu stabilizačnú, ich vplyv na vedenie ramien, tzn. kolies je takmer zanedbateľný.

Príklady niektorých usporiadaní:

- predná náprava odpružená pozdĺžnymi torznými tyčami, kde stabilizátor je umiestnený pred nápravou (Obr. 1.10a),



Obr. 1.10 Princíp stabilizácie torznými tyčami (a) a vinutými pružinami (b) prednej nápravy ^[2].

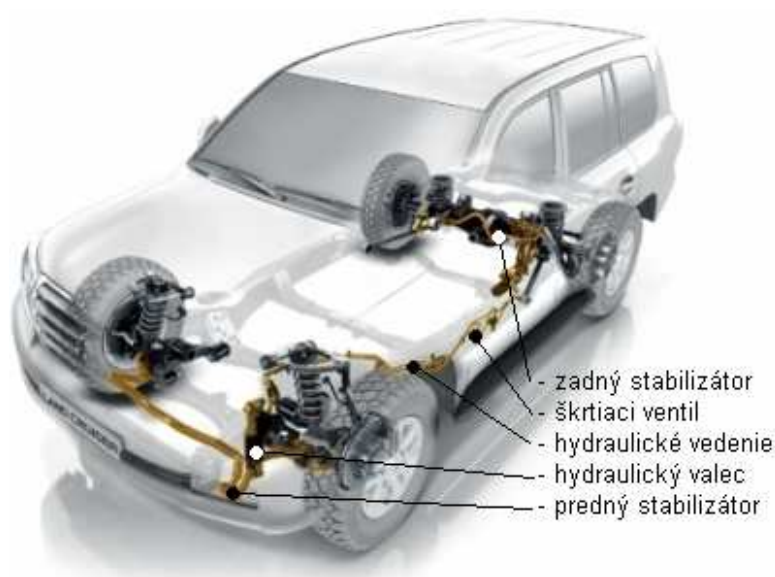
- predná náprava odpružená vinutými pružinami (Obr. 1.10b). Výchyľky sa prenášajú na stabilizátor pomocou pákových ramien spojených s vzperami tlmičov. Tento model je v dnešnej dobe považovaný za štandardný,
- ďalším možným prevedením je u vozidiel s predným náhonom a ľahkou tuhou zadnou nápravou táto upravená tak, že priamo plní funkciu stabilizátora. Nosnú časť nápravy tvorí nosník v tvare „U“, ktorý pri namáhaní na krut plní funkciu priečneho stabilizátora,
- stabilizačnú funkciu môže priamo preberať priečne umiestnené listové pero, uložené v dvoch bodoch rámu vozidla,
- profesionálne upravené závodné vozidlá (Obr. 1.11) vyznačujúce sa vysokým výkonom a malým perovaním, pri ktorých je stabilita veľmi dôležitá, vyžadujú špeciálny prístup k problematike stabilizácie, pretože pracujú s rádovo vyššími hodnotami zaťaženia jednotlivých komponentov, niekedy až na hranici možnosti materiálu.

V prípade použitia bežného stabilizátora, je pri prejazde zatáčkou vnútorné koleso nadvihované, stráca kontakt s vozovkou, pričom vzniká nepriaznivý vplyv na prenos síl medzi vozidlom a vozovkou. Preto sa pri týchto vozidlách niekedy používa u zadnej nápravy okrem normálneho odpruženia navyše priečne uložené listové pero, ktoré pomáha pritlačovať vnútorné koleso k vozovke pri prejazde zatáčkou. Tento stabilizátor v porovnaní s prevedením tvaru „U“ zaisťuje pri súčasnom pružení oboch kolies zväčšenie tuhosti pružín,



**Obr. 1.11 Profesionálne upravené automobily
(Igor Drotár – Škoda Octavia WRC, Michele Mouton – Audi Sport Quattro S1).**

- k stabilizácii je tiež možné použiť hydraulické stabilizátory, ktoré sú založené na princípe spojenia dvojice olejových tlmičov, umiestnených vľavo a vpravo na ráme vozidla, hydraulickým vedením. Vo valcoch sú uložené piesty spojené s jednotlivými ramenami pákovým prevodom. Pri výkyve kolies sa vo valci posúva píst, ktorý pred sebou tlačí olej škrtiacim ventilom na druhú stranu piestu valca. Ten je umiestnený na druhej strane automobilu. Týmto princípom je čiastočne vykompenzované natáčanie karosérie a tým docielené stabilizačného účinku (Peugeot 405 T16, Toyota Land Cruiser (Obr. 1.12),

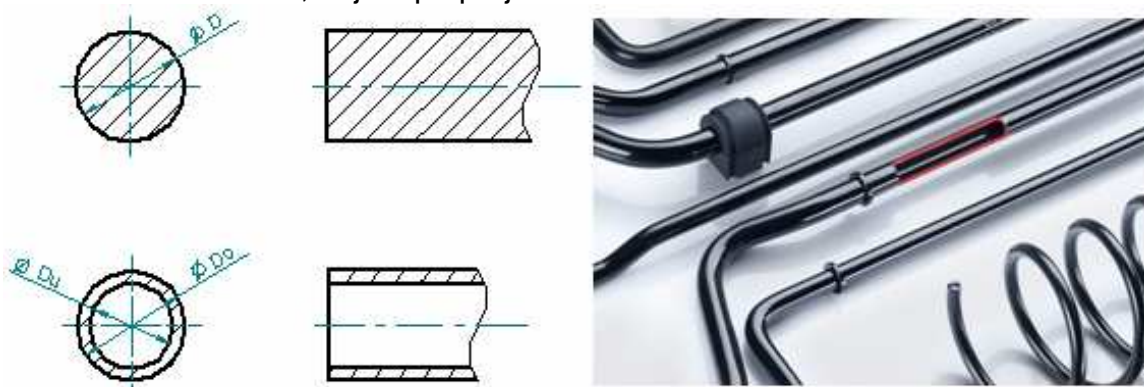


Obr. 1.12 Hydraulická stabilizácia (Toyota Land Cruiser, prevzaté z <http://cs.autolexicon.net/articles/kdss-kinetic-dynamic-suspension-system>).

- stabilizátor môže byť v kombinácii s hydraulickými prvkami plniť svoju úlohu s lepšou účinnosťou. Elektronickým ovládaním je potom možné stabilizačné prvky podvozku nastaviť pre rôzny typ jazdy, napríklad „Sport“, a pod. Doplnková výbava potom umožní každému vodičovi nastaviť si správanie vozidla podľa vlastných potrieb. Konkrétne nastavenie stabilizátora je možné uskutočniť použitím hydraulického rotačného akutátora, čo je zariadenie schopné meniť tuhosť stabilizátora v závislosti na zadaných požiadavkách.

1.4 Výroba stabilizátorov ^[4]

Stabilizátor je na prvý pohľad geometricky zložitý produkt. V niektorých prípadoch je os stabilizátora natočená do všetkých troch súradníc v závislosti na počiatku súradného systému. Tým vzniká problém, zabezpečiť pre zákazníka požadovanú tvarovú a rozmerovú presnosť, dôležitú k presnej montáži stabilizátora k rámu automobilu. Tvar stabilizátora je odvodený od stavby podvozku a od rozmiestnenia nápravových elementov. Preto sa jeho tvar zdá byť niekedy zbytočne zložitý, ide však o minimalizáciu priestoru určeného na jeho uloženie, pričom musí zodpovedne plniť svoju funkciu. Tou je stabilizácia a zmenšenie naklápania karosérie automobilu, najmä pri prejazde zatáčkou.



Obr. 1.13 Druh polotovarov, ilustrácia stabilizačných prvkov.

Pri výrobe stabilizátorov sa využíva dvoch základných typov polotovarov a to plných a trubkových (Obr. 1.13). Voľba polotovaru závisí na požiadavkách zákazníka, volí sa s prihliadnutím na druh vozidla, na ktorom bude produkt montovaný.

Trubkové stabilizátory majú menšiu odolnosť voči deformáciám prierezu počas operácie ohýbania, ako stabilizátory ohýbané z plného materiálu. Nepriaznivé stlačenie prierezu spôsobené neprimeraným zaťažením trubky sa spravidla prejaví na časti stabilizátora, ktorá je formovaná ohýbaním. Stupeň sploštenia prierezu závisí na zvolených podmienkach ohybu.

Samotné tvarovanie stabilizačnej tyče má niekoľko krokov, ktoré je z hľadiska technologického postupu nutné dodržať, pričom je dôležité dbať na zaradenie jednotlivých krokov výrobného postupu.

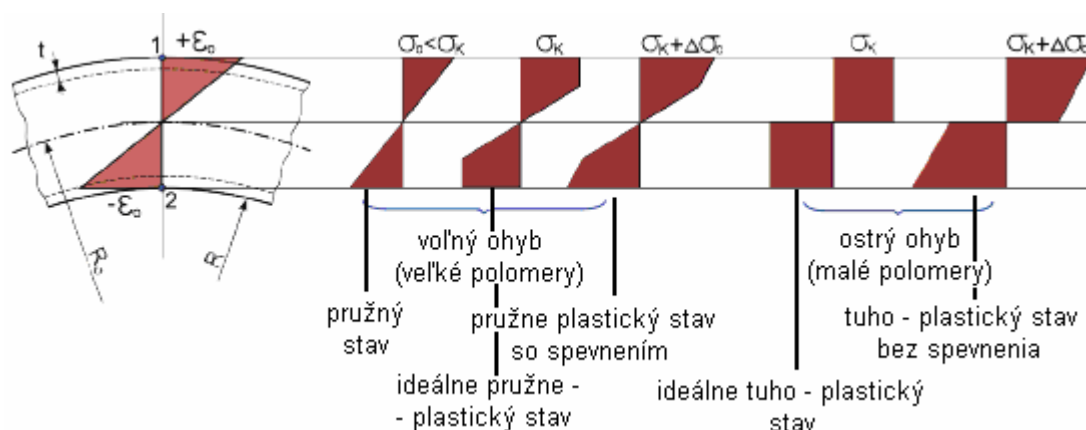
Prvým krokom je rezanie polotovaru na požadovaný rozmer. Každý projekt nesie špecifické hodnoty rozmerov, preto je nutné dbať na dostatočnú prehľadnosť dokumentácie. Samotné delenie materiálu je možné byť prevádzkané rôznymi konvenčnými i nekonvenčnými metódami. Používané sú napríklad rezanie rôznymi druhmi píl, najčastejšie pásovou či kotúčovou. Voľba nástroja závisí od ročného nákladu kusov a od požiadaviek zákazníka. Medzi používané nekonvenčné metódy patrí predovšetkým rezanie vodným lúčom, alebo laserom. Narezaný materiál je pripravený na ohýbanie. Po ohnutí nasleduje proces lisovania krúžkov stabilizátora, ktoré budú neskôr slúžiť ako doraz gummy.

Táto bude spolu s objímkou zabezpečovať jeho prichytenie k podvozku automobilu. U krúžkov býva spravidla zákazníkom požadovaná presná rozteč s veľmi úzkou toleranciou rozmeru. Krúžok je navlečený na polotovar a následné hydraulickým mechanizmom stlačený pomocou tvarových nástrojov. Rozchod krúžkov je jeden z dôležitých rozmerov stabilizátora, preto je táto operácia zvyčajne prevádzkaná s využitím laserovej metrologickej techniky. Samotný proces lisovania krúžkov prebieha až po ohnutí, resp. až po tryskaní.

Nasledujúci krok dodá polotovaru konečný tvar, je ním samotný proces ohýbania. Hlavným problémom ohýbania trubiek je nežiaduce sploštenie prierezu počas ohybu. Tomuto nežiaducemu procesu sa predchádza výpočtom (Obr.1.14), pri ktorom sa uplatňujú kritériá relatívnej hrúbky steny a relatívneho polomeru ohybu.

Relatívna hrúbka steny	Relatívny polomer ohybu
$\frac{s_0}{D} \leq 0,1 \rightarrow$ tenkostenná trubka	$\frac{R}{D} \geq 6 \rightarrow$ voľný ohyb (veľké polomery ohybu)
$\frac{s_0}{D} > 0,1 \rightarrow$ hrubostenná trubka	$\frac{R}{D} < 6 \rightarrow$ ostrý ohyb (malé polomery ohybu)
Stupeň obtiažnosti procesu	
$\frac{s_0}{D} \geq 0,1 ; \quad \frac{R}{D} \geq 3$	\rightarrow optimálne podmienky procesu
$\frac{s_0}{D} = 0,075 ; \quad \frac{R}{D} = 2,5$	\rightarrow prijateľné podmienky procesu
$\frac{s_0}{D} \geq 0,05 ; \quad \frac{R}{D} \leq 2,5$	\rightarrow nevhodné podmienky procesu

Obr. 1.14 Kritériá hodnotenia obtiažnosti procesu ohýbania trubiek ^[5].



Obr. 1.15 Priebehy napätí pri ohýbaní trubiek ^[5].

Uplatňuje sa niekoľko spôsobov ohýbania polotovaru v závislosti na podmienkach zákazníka a ročnom náklade. V oblasti veľkosériovej a hromadnej výroby predovšetkým ohyb nabaľovaním a ohyb navíjaním (Obr. 1.16).

Pri procese nabaľovania je polotovar pevne uchytený do matrice. Samotné nabaľovanie je uskutočňované pákovým mechanizmom, ktorý postupom svojou dráhou nabaľuje polotovar do matrice a tým zabezpečuje rovnomerný ohyb bez defektov, akými môžu byť zvlnenie vnútornej strany ohýbaného polotovaru, stenčenie steny na vonkajšom polomere, ktoré môže viesť k trhline, alebo sploštenie prierezu. Tomu zabraňuje tvarová matrica.



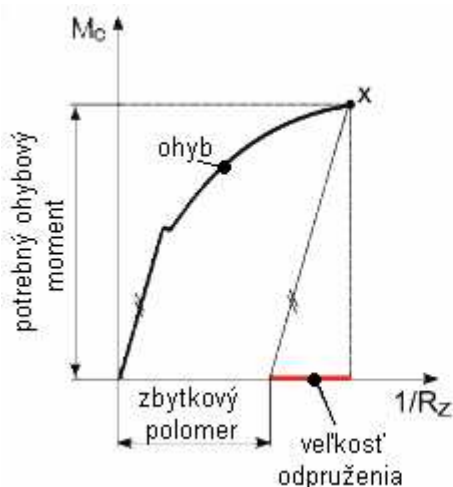
Obr. 1.16 Princípy ohýbania: nabaľovanie, navíjanie ^[5].

^[5]Využívanejším je hlavne vďaka vysokej možnosti automatizácie proces navíjania trubiek. Zariadenie môže byť plne automatizované, jeho prevedenie je dostatočne robustné k ohýbaniu hrubostenných polotovarov, ktoré často patria do portfólia využívaných prefabrikátov. Ich využitie je majoritné predovšetkým k výrobe stabilizátorov montovaných na predné nápravy, ktoré musia odolávať vyšším zaťaženiám. Podobne ako pri metóde nabaľovania, aj postup navíjania využíva rôzne druhy ochrany výrobku pred vznikom defektov. Niekedy sa počas operácie ohybu zaraďuje spravidla kovový trň, ktorý slúži na minimalizáciu zvlnenia vnútornej strany menšieho polomeru ohybu. Jeho aplikácia prebieha nasunutím do vnútra polotovaru pred procesom ohýbania, kde počas procesu pôsobí ako výplň a tým zabraňuje zvlneniu polotovaru. Výplň je možné využiť len pri trubkových polotovaroach, predovšetkým je odporúčané jej použitie u tenkostenných prefabrikátov.

Vzhľadom na sériovosť sa pri nižších ročných nákladoch volí kusová výroba, využívaná k výrobe stabilizátorov pre automobily luxusných značiek, pri ktorej zákazník požaduje najvyššiu akosť a presnosť produktov. Preto je potrebné zvoliť individuálny prístup ku každému vyrobenému kusu. V takýchto prípadoch sa využíva automatických zariadení, ktoré pri produkcii postupujú jednotlivo a každý ohyb je prevádzaný separátne. Zabezpečí sa tak nižšia pravdepodobnosť vzniku nepodarku.

Počas ohýbania ktoroukoľvek metódou sa naráža na spoločný problém, ktorým je odpruženie polotovaru. Odpruženie je schopnosť polotovaru zachovať si pôvodný tvar pred ohybom. Čím je polomer ohybu väčší, tým väčšie odpruženie sa môže očakávať. Hodnota $1/R_z$ predstavuje zvyškovú krivosť (Obr. 1.17). Proces odpruženia je možné minimalizovať rôznymi spôsobmi, napr. prídavnou ťahovou silou, či vkladáním materiálu do polotovaru pred procesom ohýbania. S týmto efektom je nutné počítať, pri využití hromadnej výroby sú automatické zariadenia nastavené tak, že primárne počítajú s nežiaducimi faktormi, ktoré dokážu kompenzovať. Výsledkom je správne ohnutá tyč stabilizátora. Správnosť jednotlivých ohybov sa kontroluje metrologickým prípravkom konštruovaným pre každý vzorový stabilizátor samostatne. Meradlo má preddefinovaný tvar kritických miest stabilizátora, pričom správny kus musí do pripraveného meradla zapadnúť bez pôsobenia vonkajšej sily.

V postupe výroby stabilizačných tyčí je ďalším krokom sploštenie stabilizátora na jeho koncoch. Sploštenie zabezpečuje možnosť uchytenia stabilizátora skrutkami k ramenám automobilovej nápravy. Výroba tohto prvku je zabezpečovaná tvárnením za tepla, vzhľadom na požiadavky zákazníka, s využitím hydraulických lisovacích jednotiek. V závislosti na požiadavkách klienta je možné tento krok preskočiť, tzn. samotné tvarovanie stabilizátora je v tomto prípade ukončené, pretože niektoré typy stabilizátorov majú iný princíp uchytenia, ako za sploštenú časť.



Obr. 1.17 Grafické znázornenie efektu odpruženia ^[5], model indukčnej cievky.

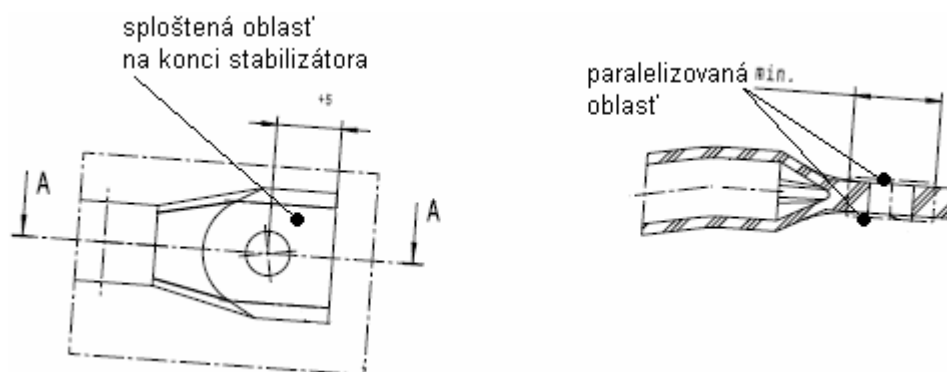
Na ohrev polotovaru bezprostredne pred procesom tvárnenia je využívané indukčných cievok (Obr. 0.2), ktoré sú zahrievané indukciou elektrického prúdu, svoje teplo predávajú polotovaru a tým mu umožňujú lepšie prekonanie šmykových síl počas operácie tvárnenia. Indukčný ohrev je metóda ohrevu vodivého materiálu vírivými prúdmi, ktoré sa v ňom indukujú elektromagnetickým poľom. Ohrev sa vykonáva cievkou s niekoľko málo závitmi, do ktorej sa umiestni ohrievaný materiál. Cievka je napájaná striedavým napätím s frekvenčným rozsahom 5 kHz až niekoľkých desiatok až stoviek kHz.

Nižších frekvencií je spravidla využívané k ohrevu veľkých predmetov, akým je napr. polotovar na výrobu stabilizátora, vyššie frekvencie potom slúžia k ohrevu menších a tenkostenných predmetov. Pri výkonnejších zariadeniach môže byť cievka chladená vodou, ktorá preteká jej vnútrom.

Po nahriatí je polotovar zasunutý do predpripravenej zápustky. Tu dôjde k jeho vytvarovaniu do požadovanej formy. Tým je proces sploštenia ukončený.

Splošťovanie stabilizátorov sa uskutočňuje za tepla pomocou tvarových nástrojov. Tieto nástroje sú vyrobené z nástrojovej ocele a následne tepelne upravované. Takto upravený nástroj je potom schopný odolávať veľkým tlakom naň vyvíjaným a je dostatočne pevný na tvarovanie stabilizátora. Tento kroku je možné doceliť viacerými technológiami, zvolený postup závisí na potrebách a predstavách zákazníka.

Nasledujú operácie dierovanie, odstihovanie a zaistenie paralelizmu. V kroku dierovania zohráva hlavnú úlohu presnosť polohy diery, pretože sa jedná o dôležitý prvok potrebný k správnej montáži stabilizátora na rameno automobilu. Tieto operácie prebiehajú pomocou tvarových nástrojov. V kroku odstihovanie sa tvarovým nástrojom odstihne prebytočný materiál vzniknutý procesom splošťovania. Všetky nástroje musia rešpektovať rozmery a tolerancie predpísané zákazníkom, preto sa pri tvorbe nástrojov musí počítať s rôznymi faktormi, akými môže byť ohrev, alebo použitý materiál.



Obr. 1.18 Časť výkresovej dokumentácie konca stabilizátora (zdroj: Mubea HZP s r.o.).

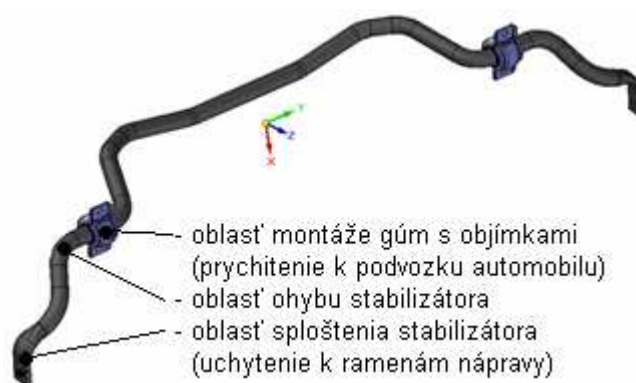
Zaistenie paralelizmu (Obr. 1.18) je proces zarovnania, resp. úpravy rozmerov okolo prestrihnutej diery. Tento krok je potrebný dodržať, aby bola zaručená bezproblémová funkcia, zmontovateľnosť a vymeniteľnosť stabilizátora. Vykonaním procesov odstihnutia prebytku materiálu z konca stabilizátora a krokom zaistenia paralelizmu je samotné tvarovanie stabilizačnej tyče ukončené.

Ďalšie operácie sú voliteľné, ich zaradenie do procesu výroby závisí na zadaní objednávky. Takouto operáciou môže byť tryskanie. Je to technologický postup opracovania povrchu rôznych, obvykle tvrdých materiálov prúdom jemných častíc, nazývaných abrazívum. Najčastejšie sa používajú oceľové broky, kremičitý piesok, oceľová drvina či troska.

Pre niektoré účely sa používa tryskanie čistým vysokotlakovým prúdom vody s pridaným abrazívom vo forme piesku, v tomto prípade sa proces nazýva pieskovanie. Technológia tryskania je v automobilovej branži veľmi využívaná, jedná sa o vysokotlakovým vzduchovým kanálom hnané kovové guľôčky, ktorých prúd je dýzou usmernený na povrch stabilizátoru. Po tryskaní je opracovaný povrch pevnejší.

Takto upravený stabilizátor je pripravený na lakovanie. Zdanlivo jednoduchá operácia však nesie množstvo úskalí, akými je predovšetkým zákazníkom predpísaná hrúbka vrstvy laku na určených miestach výrobku. Hrúbka laku býva meraná rádovo v desiatkach až stovkách mikrónov. Príliš malá vrstva nie je dostatočne silná na to, aby dokázala stabilizátor ochrániť pred vonkajšími vplyvmi počasia. Stabilizátor bude umiestnený na spodnej strane nápravy vozidla, preto musí byť dostatočne chránený definovanou hrúbkou laku. Príliš veľká vrstva však spôsobuje ako estetické, tak funkčné nedostatky. Esteticky spôsobuje stekanie farby, funkčne môže nadmerná vrstva farby počas vypaľovania v peci odpadnúť, prípadne sa oddeliť neskôr pri manipulácii s výrobkami. Miesto bez laku je potom pôvodcom neskoršej korózie a tým urýchľuje životný cyklus výrobku.

Po nalakovaní je takmer hotový výrobok predaný na montáž, kde je obstaraný potrebnými náležitosťami. V tomto kroku sú na stabilizátor montované gumové podložky spolu s kovovými objímkami, pomocou ktorých bude stabilizátor pripevnený k spodnej časti nápravy. Podľa požiadavky zákazníka môže byť guma upevnená nehybne, alebo môže mať možnosť rotácie, ktorá bude eliminovaná pri zaskrutkovaní stabilizátora o podvozok vozidla. Nehybné uloženie je možné dosiahnuť technológiou vulkanizácie. Pri tomto procese sa povrch stabilizátora špeciálnym postupom upraví tak, aby po navlečení gummy jeho povrch zreagoval s gumou a vytvoril tak nehybné spojenie oboch elementov. Pevnosť takto chemicky vytvoreného spoja býva overovaná špeciálnym zariadením, pri ktorom pneumatický prvok tlačí na bočnú stranu gummy až dovtedy, kým nedôjde k jej odtrhnutiu. Opticky sa potom sleduje odtrhnutý povrch a vyhodnocuje sa, z akej miery bolo spojenie uskutočnené. Na montážnej stanici sa na stabilizátor nalepí sériový poznávací kód, ktorý dokáže jednoznačne definovať každý vyrobený kus. Hotový stabilizátor sa po opustení automatickej montážnej linky zabalí, uloží do ochrannej nádoby a odošle zákazníkovi (Obr. 1.19).



Obr. 1.19 Hotový stabilizátor s vyznačením dôležitých pozícií (zdroj: Mubea HZP s r.o.).

2 KONŠTRUKCIA PROTOTYPU POLOAUTOMATICKÉHO ZARIADENIA

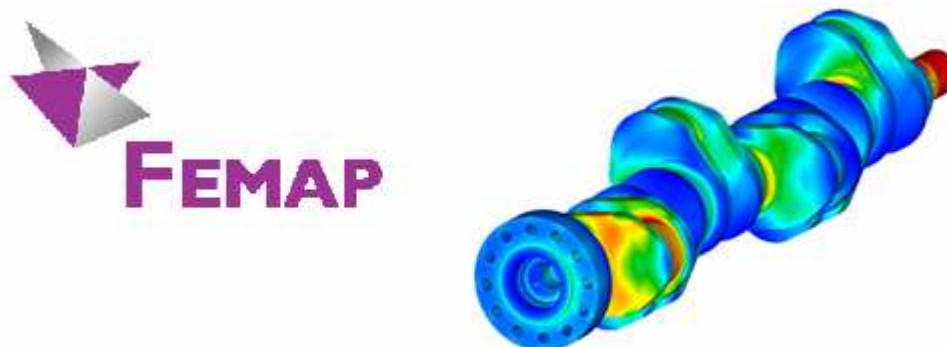
2.1 Systémové prostredie konštrukčného procesora Solid Edge ^[3]



Obr. 0.3 Logo konštrukčného procesora SolidEdge a jeho vývojovej spoločnosti.

Tvorba zariadenia prebiehala s využitím 3D konštrukčného procesora Solid Edge vo verziách Solid Edge V20 a neskôr Solid Edge ST2. Jedná sa o software vyvinutý nemeckou spoločnosťou Siemens PLM Software, založený na platforme určenej primárne pre tvorbu strojárenských konštrukcií. Disponuje však i funkciami plošného modelovania komplexných plôch, je teda zaraďovaný do triedy vyšších stredných modelárov. Konkurenčnými aplikáciami sú SolidWorks vyvinutý francúzskou spoločnosťou Dassault Systèmes, ktorá vlastní taktiež vyšší konštruktérsky nástroj Catia pracujúci predovšetkým s plošným modelárom, Pro/ENGINEER vytvorený TriStar PLM company, alebo Autodesk Inventor rovnomennej spoločnosti Autodesk.

Súčasťou softvéru Solid Edge je tiež niekoľko podporných modulov vrátane správy technickej dokumentácie (PDM), nezávislého programu Femap implementovaného do prostredia programu, ktorý disponuje rozšíreným výpočtovým prostredím schopným riešiť zložité záťažové modely z hľadiska zaťaženia, deformácie a pod.

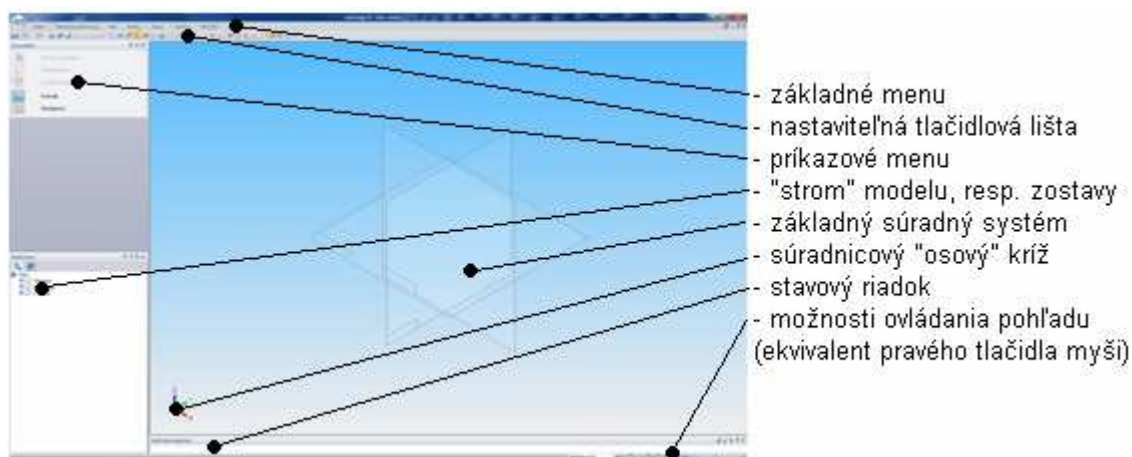


Obr. 2.1 Logo výpočtového programu Femap (súčasť programu SolidEdge ST2), ilustrácia silového namáhania kľukovej hriadele spaľovacieho motora.

Novšia verzia programu Solid Edge nesie označenie druhej rady nesúcej názov „Synchronous Technology“, z ktorej vyplýva skratka ST2. táto technológia umožňuje až 100x rýchlejšie konštruovanie, ako s využitím konvenčných nástrojov. Solid Edge ST2 už totiž umožňuje simultánnu účasť viacerých užívateľov na jednom projekte či modeli. Dáta sú pri tom uložené na vzdialenom disku a prístup k nim je zabezpečený prihlásením pomocou platformy ProFile.

Samotný program je stavaný veľmi intuitívne a práca s ním je veľmi operatívna. Využíva jednoduchých a efektívnych algoritmov, čo v konečnom efekte zabezpečuje oveľa kratší výpočtový čas operácie, ako pri niektorých konkurenčných aplikáciách. Po štarte programu je k výberu je 5 pracovných modulov, pre tvorbu samotných modelov sú využiteľné 2 typy a to modul objemová súčasť „Part Body“ a plechová súčasť „Sheet Metal Part“. Na zostavovanie vopred vymodelovaných komponent slúžia moduly zostava „Assembly“ a zvarenec „Weldment“. Modul zvarenec obsahuje v porovnaní s klasickou zostavou špeciálne funkcie imitujúce spoje vzniknuté zváraním. Tohto prvku sa využíva v konštrukciách pre zvýšenie prehľadnosti modelu, v ktorom je každý zvarenec definovaný ako zostava. Docieľuje sa tak lepšej zrozumiteľnosti zostavy a tiež operatívnejšej výmeny, resp. úpravy poškodených či nahradzaných zvarencov. Posledný modul výkres „draft“ predstavuje najvyššiu dôležitosť, pretože každý namodelovaný komponent je nutné k výrobe zadefinovať formou výkresovej dokumentácie. Tvorba výkresu spravidla vyžaduje 2x viac času, ako tvorba samotného modelu, pretože výkres predstavuje výstupný formát postupujúci k výrobnjej fáze. Musí byť pri tom braný dôraz na vyrobiteľnosť danej súčasti a taktiež na maximalizáciu prehľadnosti a jednoduchosti. Samozrejmosťou je dodržanie preddefinovaných noratívov.

Základný pracovný priestor je rozdelený do niekoľkých blokov (Obr. 2.2). V hornej časti je umiestnená tlačidlová lišta s premenlivým výberom, ktorý mení dispozíciu vzhľadom na zvolený modul. Od verzie ST(1) je k dispozícii možnosť personalizácie pracovného priestoru. Slúži k tomu tlačidlová lišta, ktorej obsah si každý užívateľ upraví podľa osobnej potreby. Štandardne v ľavej časti obrazovky je umiestnený panel s taktiež editovateľným obsahom. V tomto paneli sa počas práce zobrazuje história modelovania, známa ako „strom“ modelu. V module zostáv sa zobrazuje strom jednotlivých zostáv a pod – zostáv. Spodnú časť obrazu zaberá stavový riadok dopĺňujúci komunikáciu s užívateľom, program tu indikuje požiadavku či potrebný vstupný údaj. Ostatný priestor je venovaný samotnému modeláru, vyskytuje sa tu základný súradný systém, od ktorého sa odvodzujú všetky parametre a osový kríž definujúci priestorovú orientáciu modelu.



Obr. 2.2 Pracovné prostredie programu SolidEdge ST2.

2.2 Popis funkcie zariadenia DCR 231

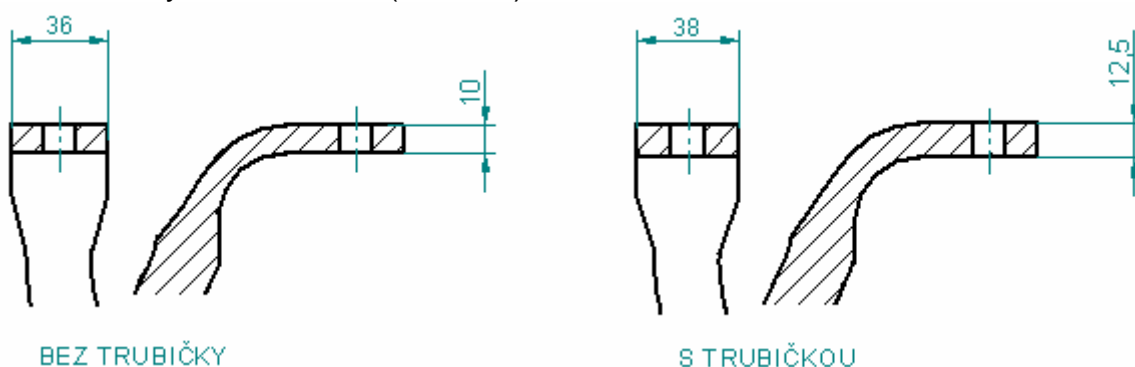
Pri tvorbe modelu poloautomatického zariadenia boli uplatnené konštrukčné a bezpečnostné štandardy spoločnosti Mubea GmbH. Zariadenie predstavuje konštrukčné riešenie umožňujúce zjednodušenie výroby stabilizátorov. Primárne zameranie zariadenia bolo plánované pre projekt Mercedes – Benz SL (Obr. 2.3).



Obr. 2.3 Mercedes SL (Daimler R231, prevzaté z www.daimler.com).

Po zvážení vedením spoločnosti Mubea bolo rozhodnuté o perspektívnejšom riešení, ktoré zahŕňa aj využitie pre zmieňovaný projekt a zároveň je koncipované ako univerzálne zariadenie, schopné po výmene určitých komponent pracovať na rozličných projektoch podobného zamerania. Zariadenie s využitím automatizačnej techniky značne urýchli špecifickú výrobnú operáciu stabilizátora a zároveň sa jeho využitím prispeje k zvýšeniu bezpečnosti práce. Perspektívne sa využitie zariadenia rozšíri o niekoľko nových projektov, ktoré sú momentálne vo fáze zavádzania.

Výrobný postup stabilizátora (kapitola 1.5 Výroba stabilizátorov) pozostáva z niekoľkých nadväzujúcich operácií. Predmetom rozpravy je operácia spevňovania montážnej oblasti stabilizátora na jeho koncoch. Účelom tohto opatrenia je dosiahnutie vyššej pevnosti s minimálnym prírastkom hmotnosti. Vzhľadom na aplikáciu stabilizátora je zrejmé, že pri jeho konštrukcii musí byť zohľadnená bezpečnosť a zaručenie funkčnosti. Jedná sa o bezpečnostný prvok podvozku automobilu, pretože pri jeho poškodení môže dôjsť k ublíženiu na zdraví pasažierov. Preto bolo zákazníkom požadované zosilnenie oboch koncov stabilizátora. Zosilnenie bude zabezpečované nasunutím trubičky špecifických rozmerov pre každý projekt tak, aby po operácii sploštenia stabilizátora došlo k zväčšeniu hrúbky okrajových častí stabilizátora, čím bude zaručená vyššia pevnosť na týchto miestach (Obr. 2.4).



Obr. 2.4 Schematické znázornenie aplikácie trubičky po sploštení stabilizátora.

Po montáži bude potom spojenie stabilizátor – rameno nápravy vykazovať vyššiu pevnosť a húževnatosť. Zariadenie je možné vzhľadom na konštrukciu aplikovať len na trubkové stabilizátory, trubička bude nasunutá do jeho vnútorného otvoru. Proces nasúvania trubiiek do trubkových stabilizátorov nasleduje bezprostredne po operácii ohýbania stabilizačnej tyče. Niektoré projekty vyžadujú tepelné spracovanie pred procesom nasúvania, čím sa predíde prípadnému vypadnutiu trubičky počas operácie. Projekt, ktorý je predmetom rozpravy, však podstúpi tepelnú úpravu až po operácii splošťovania.

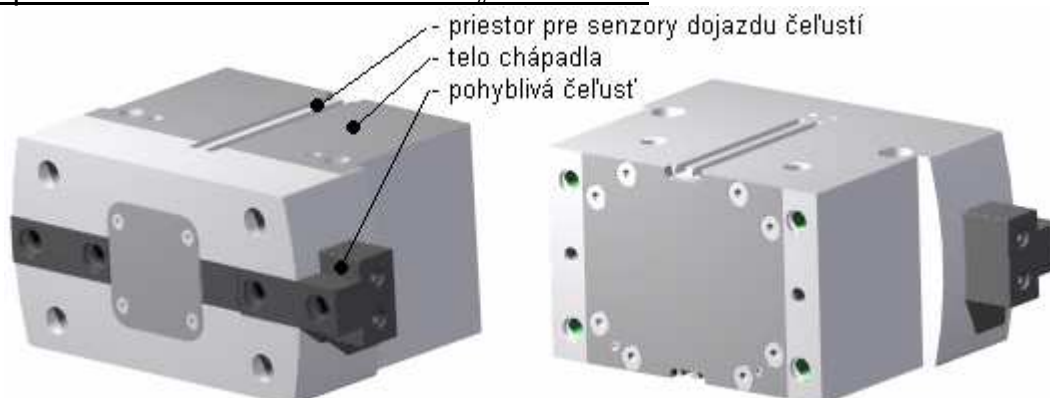
2.3 Použité zariadenia

Poloautomatické zariadenie DCR 231 je komplexný nástroj, ktorý k práci vyžaduje kooperáciu viacerých systémov. Zariadenie využíva pneumatických, hydraulických i elektronických prvkov, pre správny chod je preto nutná ich súčinnosť. Presné určenie jednotlivých komponent a ich umiestnenie v celkovej zostave bude popísané v kapitole 2.4 Princíp práce poloautomatického zariadenia DCR 231.

2.3.1 Pneumatické prvky

Zariadenie pre správnu funkciu vyžaduje kompaktné pohybové systémy. Na účely vyžadujúce stredne veľkých silových pôsobení je technológia pneumatických prvkov plne postačujúca. Jej veľkou výhodou je totiž vysoká kompaktnosť v porovnaní s robustnými hydraulickými pohonnými systémami. Zariadenie DCR231 využije pneumatických prvkov k fixácii stabilizátora počas operácie nasúvania trubičky a oddeľovaniu trubičiek separačným systémom. Pneumatické ústrojenstvo zariadenia bude konštruované s využitím prvkov prednostného dodávateľa pneumatických prvkov firme Mubea a to nadnárodným špecialistom v tejto oblasti, divíziou spoločnosti Festo AG na území ČR.

Chápadlo Festo HGPT-80-A-B-G2 s „T“ vedením



Obr. 2.5 Model pneumatického chápadla HGPT-80-A-B-G2.

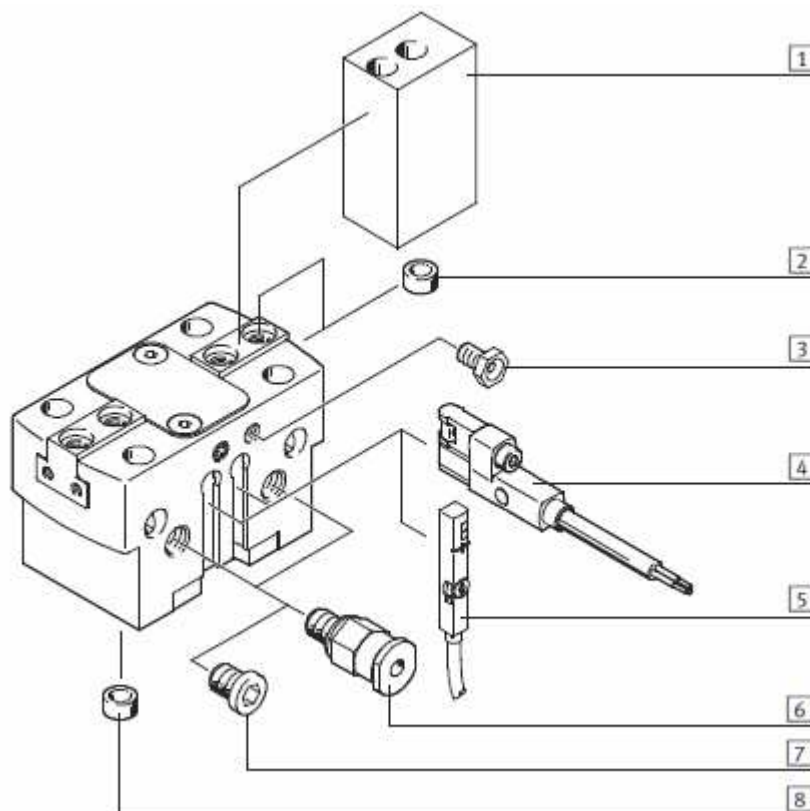
Moderné pneumatické prvky využívajúce súčasného pôsobenia tlaku vzduchu a integrovanej pružiny sú schopné dosiahnuť veľmi vysokých upínacích síl porovnateľných s menšími hydraulickými chápadlami, čo im prisudzuje veľkú výhodu. Pneumatické prvky totiž disponujú vysokou efektivitou a nízkymi prevádzkovými nákladmi, pôvodný zámer využitia hydraulických klieští Schunk PGN - plus 240 bol preto zamietnutý. Práve z týchto dôvodov bol na funkciu fixácie stabilizátora počas operácie nasúvania trubičky využitý pneumatický upínací prvok spoločnosti Festo, chápadlo triedy HGPT (Obr. 2.5). Táto nová trieda disponuje vysokou robustnosťou a optimalizovanými rozmermi, avšak súčasnou garanciou zvieracej sily 1400 N. Chápadlo je možné opatriť snímačmi koncových polôh jednotlivých upínacích čelustí. Trieda HGPT je určená na aplikácie v ťažkom strojárstve, disponuje bezpečnostnou poistkou upínacej sily pri výpadku tlaku a zvýšenou silou pri uzatváraní.

Konštrukčné prevedenie obsahuje praktické prvky ako napr. maznice na dopĺňanie maziva, ventily určené na prefukovanie nadbytočného vzduchu slúžiace tiež na automatické čistenie chápadla alebo kĺzne „T“ vedenie čelustí.

		HGPT	80	A	B	G2
Typ						
HGPT	paralelné chápadlo					
Veľkosť						
Rozoznávajúce polohy						
A	s použitím koncového spínača					
Varianta						
B	prevedenie (séria)					
Smer garantovanej sily						
G1	otváranie čelustí					
G2	uzatváranie čelustí					

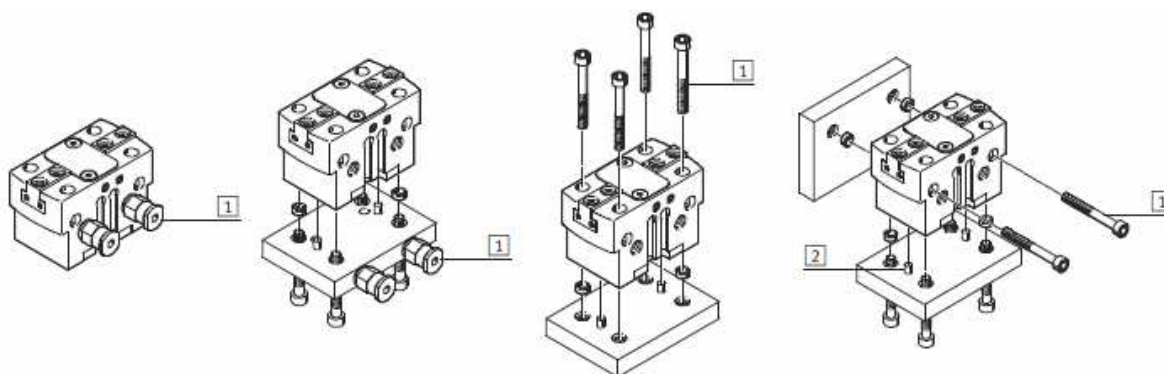
Obr. 2.6 Názvoslovie označenia chápadla
(prevzaté z: Katalóg Festo, Príloha1 FESTO_HGPT-B_EN_výber_strán).

Označenie pneumatických klieští pozostáva z niekoľkých blokov, názvoslovie označenia popisuje (Obr. 2.6).

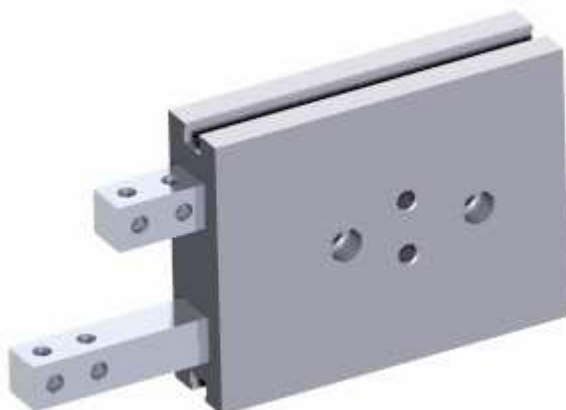


Obr. 2.7 Kompatibilné príslušenstvo k chápadlu
(prevzaté z: Katalóg Festo, Príloha1 FESTO_HGPT-B_EN_výber_strán).

Chápadlo pracuje v dvoj – činnom režime, pričom v režime zovierania je posilnené pružinovým mechanizmom. Použitie originálneho príslušenstva zobrazuje Obr.2.7. Každú čelusť možno prichytiť pomocou závitových dier k ďalším prvkom(1) s využitím strediacich puzdier (2). Prípadné mazanie dráh vedenia „T“ čelustí je dostupné cez pripravenú tlakovú maznicu (3). Na snímanie koncových bodov či postupné sledovanie priebehu tlaku slúži koncový spínač, resp. prevádzač polohy, použiteľný na nepretržité sledovanie polohy piestu. Výstupom je analógový signál použiteľný na široké spektrum ďalších aplikácií. Pohon pneumatického chápadla zabezpečuje stlačený vzduch privádzaný viacerými vstupmi (Obr. 2.8) v závislosti na priestorovom umiestnení a dispozícii chápadla. Hlavný vstup stlačeného vzduchu je umiestnený na hornej strane chápadla (6), pričom v prípade použitia vstupov umiestnených na zadnej časti prvku je nutné primárny vstup pre zaistenie tlaku uzavrieť záslepovacou zátkou (7). Montáž klieští je možná pomocou vertikálne či horizontálne umiestnených zahĺbených dier pre valcové skrutky, vystredenie je zabezpečené centrovacím puzdrom (8) s presnými rozmermi zabezpečujúcimi dôsledné umiestnenie chápadla v zostave zariadenia. Podrobnejšie informácie k dispozícií v Prílohe1 FESTO_HGPT-B_EN.

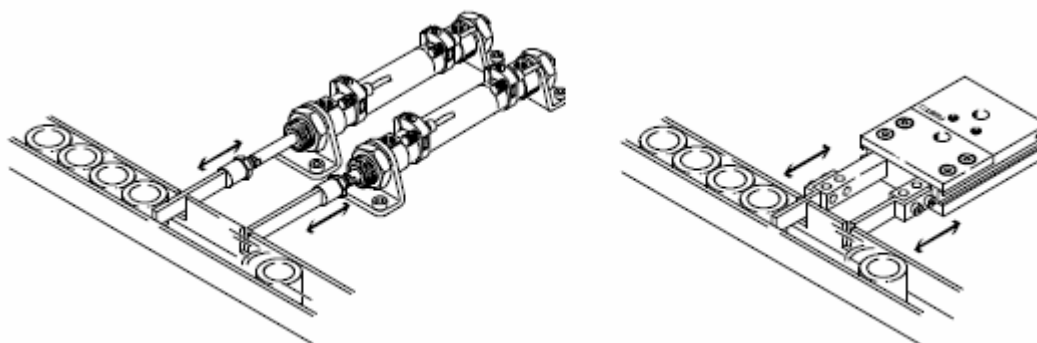


Obr. 2.8 a) využitie primárneho prívodu vzduchu(1),
 b) využitie sekundárneho prívodu vzduchu(1),
 c) využitie čelných otvorov na uchytenie chápadla
 valcovými skrutkami (1) s využitím centrovacieho puzdra (2),
 d) využitie bočných otvorov na uchytenie chápadla
 valcovými skrutkami (1) s využitím centrovacieho puzdra (2)
 (prevzaté z: Katalóg Festo, Príloha1 FESTO_HGPT-B_EN_výber_strán).

Oddelovač Festo HPV-14-20-A

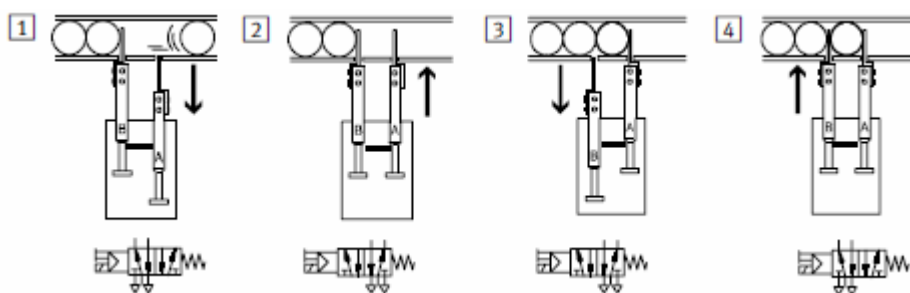
Obr. 2.9 Model a fyzické prevedenie oddelovača HPV-14-20-A
(prevzaté z: Katalóg Festo, Príloha2 FESTO_HP_V14_20_CZ).

Praktické prevedenie oddelovacieho mechanizmu HPV (Obr. 2.9) zaručuje minimalizáciu použitých komponent. Spoločnosť Festo vyvinula tento prvok ako optimalizačnú variantu oddelovacieho systému, schéma optimalizácie je znázornená na Obr. 2.10, kde prvý náčrt zobrazuje stav pred a druhý po optimalizácii komponent. Po optimalizácii je nutné použiť polovičný počet príslušenstva (ventily, senzory, pohony) a vylúčiť nutnosť programovania komponent.



Obr. 2.10 Prevedenie oddelovača pred a po optimalizácii
(prevzaté z: Katalóg Festo, Príloha2 FESTO_HP_V14_20_CZ).

Systém oddelovania spočíva v jednoduchšej postupnosti niekoľkých krokov, v prvom kroku (1) dôjde k vysunutiu hornej zarážky blokujúcej materiál nad ňou, druhý krok (2) je vysunutie spodnej zarážky do konečnej polohy, čo bezprostredne spôsobí zasunutie zarážky hornej (3). Materiál dosadne na spodnú zarážku a k jeho oddeleniu od ostatného materiálu dôjde opätovným vysunutím hornej zarážky (4). Potom už len ostáva tento proces opakovať(1), čoho následkom je jednotlivé dávkovanie materiálu. Tento postup je pre názornosť popísaný na Obr.2.11. Podrobnejší popis zloženia zariadenia HPV-14-20-A vid' Príloha2 FESTO_HP_V14_20_CZ.



Obr. 2.11 Mechanizmus oddeľovania materiálu
(prevzaté z: Katalóg Festo, Príloha2 FESTO_HPV_14_20_CZ).

Pneumatické príslušenstvo

Pneumatický rozvodný systém musí mať možnosť nastavenia požadovaného tlaku, pretože nie v každom podniku sú tieto hodnoty rovnaké. Na korekciu tlaku slúžia pneumatické ventily (Obr. 2.12). Taktiež je potrebné zaradiť centrálny vypínač prívodu stlačeného vzduchu (Obr. 2.12), ktorý je možné deaktivovať v prípade nutnosti.

Nižšie popísaný hydraulický valec použitý k nasúvaniu trubičky ovláda piest, pri ktorého dráhe musí byť pre správne nasunutie trubičky zaručená súososť. Na vycentrovanie tohto nástroja bola preto použitá kĺbová spojka Festo 6140_FK-M10x1,25, ktorá zaručí plynulé nasunutie trubičky do tela stabilizátora tým, že svojim pohyblivým kĺbovým uložením navedie nástroj do správnej pozície a nedôjde k zadrhávaniu trubičky.

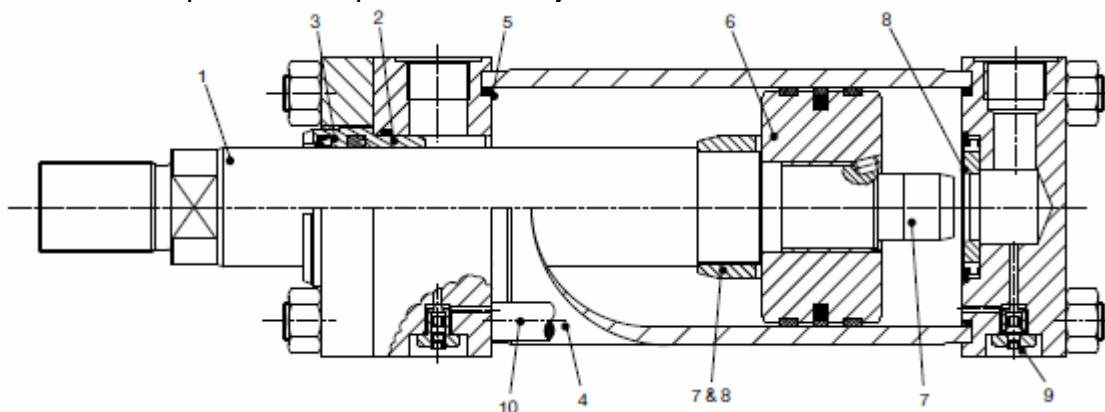


Obr. 2.12 Pneumatické ústrojenstvo (ventily, vypínač, bezpečnostný zásobník).

Súčasťou hydraulického príslušenstva zariadenia DCR231 je aj zásobník stlačeného vzduchu CRVZS-2 (Obr. 2.12) spoločnosti Festo. Jeho úlohou je chrániť obsluhu zariadenia v prípade zlyhania zdroja energie tým, že vzduchovou zásobou umožní kliešťam HGPT ostať v rozovretej polohe aj bez ďalšieho zdroja stlačeného vzduchu. Zásoba vzduchu s objemom 2l je schopný bezpečne pracovať v rozpätí tlaku -0,95 až +16 bar, čo je v našej aplikácii viac ako postačujúce (podrobnejšie informácie o zásobníku CRVZS-2 vid' Príloha3 FESTO_CRVZS_AIR-RESERVOIRS_CZ).

2.3.2 Hydraulické prvky

Hydraulické prvky pracujú na podobnom princípe ako pneumatické, sú však konštruované na rádovo vyššie hodnoty zaťaženia. Ich prevedenie preto musí byť oveľa robustnejšie, pretože pracujú s kvapalinou, ktorej stlačiteľnosť je oveľa menšia ako v prípade pneumatických prvkov. Podrobný popis častí hydraulického priamočiareho pohonného prvku zobrazuje Obr. 2.13.



Obr. 2.13 Schéma hydraulického valca Parker,
prevzaté z: Katalóg Parker, Príloha4 PARKER_hydraulikzylinder_HMI_EN_výber_strán).

Hlavným dynamickým prvkom hydraulického valca je tyč piestu (1) vyrobená z vysoko – uhlíkovej ocele opatrená tesnením (3) zabezpečujúcim dlhšiu životnosť prvku. K tej prispieva tiež odnímateľný modul priebežného mazania (2), ktorý znižuje opotrebenie piestu. Telo valca (4) je z vnútornej funkčnej časti opatrené nitridovaným povrchom z dôvodu vyššej schopnosti udržania maziva. Taktiež sa tým predlžuje životnosť valca a tesnení (5), ktoré dokážu odolávať vysokým tlakom kvapaliny. Pohyb zariadenia zabezpečuje piest (6) tvorený jedným prvkom, aby nedochádzalo k nežiaducemu úniku kvapaliny (oleja) medzi jednotlivými komponentmi piestu. Piest je opatrený tromi nezávislými tesneniami plniacimi funkciu zachovania tlaku. Na oboch stranách piestu je umiestnený prvok tlmenia (7) minimálnej, resp. maximálnej polohy piestu slúžiaci zároveň k centrovaniu piesta do počiatočnej, resp. maximálnej pozície. Tlmenie znižuje hlučnosť procesu a šokové zaťaženie piestu pri dosadaní do počiatočnej, resp. koncovkej polohy. Prvok tlmenia dosadá na gumové dorazy (8) a tým zabezpečuje spomínaný tichý a utlmený chod valca. Otvormi v hornej časti valca (vpravo a vľavo) je privádzaná prevádzková kvapalina, ktorá svojim tlakom uvádza piest do pohybu. Prípadný prebytočný tlak je odvádzaný pretlakovým ventilom (9) v prípade poruchy, aby nedošlo k poškodeniu zariadenia.

Hydraulický valec je opatrený vedením (10) zaručujúcim elimináciu bočných nežiaducich momentov vznikajúcich pôsobením kvapaliny na povrch komponent. Výsledkom je potom predĺženie životnosti zariadenia a zároveň zaručený správny chod zariadenia s optimalizovanými rozmermi. Bližšie informácie k hydraulickým jednotkám Parker dostupné vo výbere z katalógu Parker v Príloha4 PARKER_hydraulikzylinder_HMI_EN_výber_strán.

Hydraulický valec Parker 25JJHMIRN14M160M1100

Proces nasúvania trubičky komplikuje pomerne veľká tolerancia jej oboch (malého i veľkého) priemerov. K nasunutiu trubičky je pri rešpektovaní hraničných hodnôt rozmerových tolerancií k dispozícii len 0,1 mm. Preto je nutné na tento proces využiť robustnejšej technológie hydraulických valcov. Spoločnosť Parker je jedným z preferovaných dodávateľov hydraulických prvkov firmy Mubea, preto aj zariadenie DCR 231 disponuje dvoma prevedeniami hydraulických valcov Parker.

Prvým je valec s označením 25JJHMIRN14M160M1100 (Obr. 2.14), názov valca definuje jeho dva základné parametre. Prvým je priemer piestu vykonávajúceho priamočiary pohyb vo valci a druhým maximálne vysunutie piestu, teda rozsah pohybu vyvolaného tlakom oleja na piest hydraulického valca. Z názvu je možné taktiež definovať spôsob uchytenia valca do požadovanej konštrukcie, označenie JJ naznačuje, že sa jedná o štandardné prevedenie valca s piestom ukončeným metrickým závitom (ISO norma). Podstatné parametre sú však priemer valca 25 mm a rozsah valca 160 mm, ktoré sú optimalizované na dané použitie. Štandardné tlakové zaťaženie v hydraulickom vedení na mieste určenia dosahuje tlak 100 – 125 Bar, valce Parker sú stavané na zaťaženie 210 Bar, čím je dosiahnutá požadovaná bezpečnosť sústavy.



Obr. 2.14 Hydraulický valec Parker 25JJHMIRN14M160M1100, detail štítku označenia.

Hydraulický valec Parker 80CJJHMIRN14MC20M1100

Druhým typom použitého hydraulického prvku je valec Parker s priemerom piestu 80 mm a maximálnym zdvihom 20 mm (Obr. 2.15). Valec je, podobne ako predchádzajúci, v štandardnom ISO prevedení s ukončením tyče piestu metrickým závitom. Tlaková dispozícia je zhodná s predošlým typom, avšak tento druh sa vyznačuje oveľa vyššou menovitou silou zdvihu zaručenou väčším prierezom piestu. Konštrukčné prevedenie je podobné predošlému typu, avšak upravené na bezpečnú prevádzku valca s vyššími zaťažujúcimi silami.



Obr. 2.15 Hydraulický valec Parker 80CJJHMIRN14MC20M1100, detail štítka označenia.

Hydraulické príslušenstvo

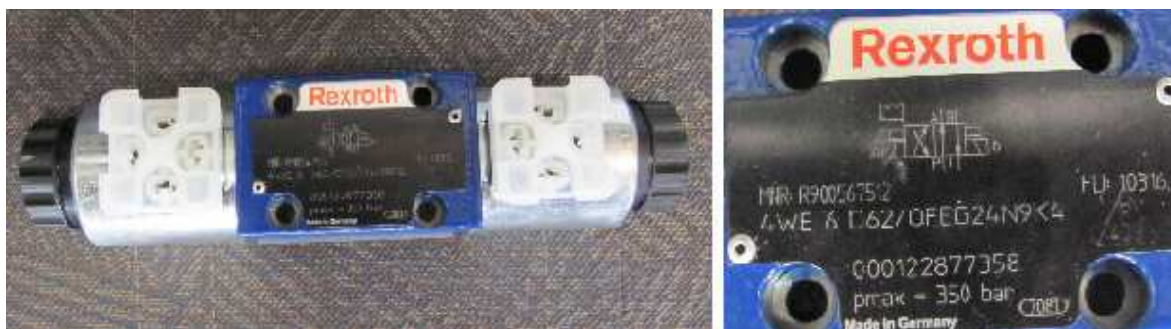
Prepojenie aktívnych hydraulických prvkov je zabezpečené vysokotlakovými hydraulickými rozvodmi (Obr. 2.16) prepájajúcimi valce a ventily pomocou hydraulických spojok (Obr. 2.17). Hydraulické vedenie je tvorené viacvrstvovými hadicami schopnými odolávať tlakom až 250 Bar, čo odpovedá tlaku 25 MPa. Hydraulické ventily Rexroth (Obr. 2.18) slúžia na reguláciu tlaku kvapaliny v rozvodnom systéme zariadenia a zároveň plnia funkciu bezpečnostných poistiek zariadenia DCR 231 v prípade výpadku elektrického prúdu.



Obr. 2.16 Hydraulické vysokotlakové hadice (prevzaté z: parker.com).



Obr. 2.17 Hydraulické rýchlospojky.



Obr. 2.18 Hydraulický ventil Rexroth s detailom označenia.

2.3.3 Elektronické prvky

Nožný spínač 3SE2 903-1AA20

Praktické prevedenie nožného spínača umožňuje stabilné uchopenie a založenie tyče stabilizátora do požadovanej pozície oboma rukami obsluhy, pričom aktivácia pneumatických klieští HGPT-80-A-B-G2 je zabezpečená práve pomocou nožného spínača 3SE2 903-1AA20 (Obr. 2.19), dodaného firmou Siemens. Robustné prevedenie spínača zaisťuje dostatočnú bezpečnosť obsluhy zariadenia DCR 231.

Dvojpolohový spínač pracuje v režime jednotlivých impulzov, čo v praxi znamená jedno stlačenie zabezpečí stlačenie pneumatických klieští, ďalšie stlačenie naopak uvoľnenie čelustí, nie je teda nutné držať tlačidlo stlačené počas nasledujúcich operácií nasúvania trubičky. Nožný spínač je v prípade potreby možné nakonfigurovať práve na priame ovládanie klieští v režime, kedy doba uzatvárania závisí na dobe držania tlačidla v polohe stlačené. V aplikácii na zariadení DCR 231 je však využitá prvá popísaná konfigurácia spínača.



Obr. 2.19 Nožný spínač 3SE2 903-1AA20 (Siemens).

Ovládací panel

V normálnom pracovnom režime pracuje zariadenie automaticky, v prípade potreby je možné každý prvok aktivovať samostatne pomocou prehľadného ovládacieho panela (Obr. 2.20). Pre splnenie prísnych bezpečnostných noriem sú dôležité pohyblivé prvky opatrené krytom. Taktiež je tým ochránené zariadenie pred poškodením plynúcim z jeho používania.

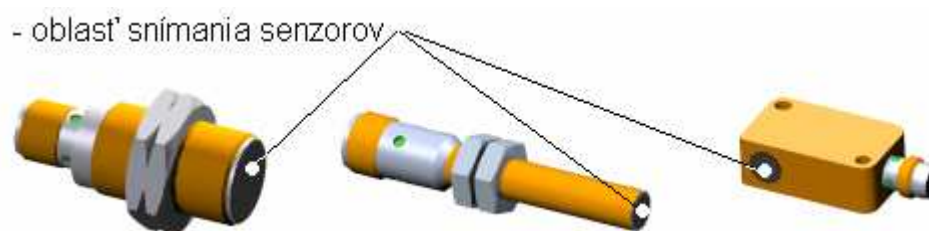
Ovládací panel obsahuje manuálne prepínače elektro – pneumatických i elektro – hydraulických prvkov, výrazné bezpečnostné tlačidlo centrálneho zastavenia činnosti v prípade núdze. Panel obsahuje nápadné návestidlá definujúce stav zariadenia počas prevádzky, pomáha tým urýchliť komunikáciu s obsluhou v prípade poruchy, či nedostatku vstupných komponent.



Obr. 2.20 Detail panelu ovládania.

Senzory

Zariadenie je opatrené niekoľkými indukčnými senzormi, potrebnými k automatizácii niektorých činností. Zásobníková komora trubičiek je opatrená indukčným senzorom IGC 204 vyrobeným spoločnosťou IFM. Tento senzor indikuje nedostatok trubičiek v zásobníku a pomocou elektronických prvkov zabráni obsluhu stroja v produkcii bez doplnenia stavu trubičiek v zásobníku. Indukčný senzor IE5257 verifikuje správnu polohu pripravenej trubičky v akčnom priestore hydraulického valca 25JJHMIRN14M160M1100. V prípade nepriaznivej polohy trubičky, spôsobenej napr. skrížením trubičiek v zásobníku a pod., senzor nepovolí obsluhu iniciovať pohyb valca vpred a tým predíde vzniku nepodarku. Napriek týmto opatreniam je obsluha povinná opticky skontrolovať správne nasunutie trubičky do stabilizátora. Posledný indukčný senzor kontroluje proces fixácie trubičky vo vnútornom priereze stabilizátora. Senzor IS5035 deteguje dojazd valca 80CJJHMIRN14MC20M1100 do konečnej polohy, v ktorej dochádza k operácii lisovania, resp. fixácie. Pokiaľ z akýchkoľvek dôvodov nedôjde k dojazdu valca do konečnej polohy, zariadenie ohlásí túto dôležitú skutočnosť obsluhu. Zodpovedný pracovník potom odstráni nečistotu, prípadne nahlási chybu kompetentným osobám. Všetky použité indukčné senzory sú vyrábané preferovaným dodávateľom spoločnosti Mubea, firmou IFM. Oblasť snímania je na (Obr. 2.21) znázornená čiernou farbou. Podrobnejšie informácie k indukčným senzorom dostupné v prílohách 5 – 7 (Príloha5 IFM_IGC204, Príloha6 IFM_IE5257, Príloha7 IFM_IS5035).



Obr. 2.21 Indukčné senzory použité na zariadení DCR 231(IGC204, IE5257, IS5035).

Elektrická rozvodňa

Zariadenie DCR 231 je zložitá zostava veľkého počtu elektrických komponent, preto musí obsahovať centrálnu rozvodnú skriňu (Obr. 2.22), v ktorej sú nainštalované všetky potrebné funkčné i bezpečnostné prvky zariadenia. Každý prvok má vlastné elektrické istenie, ktoré zaručuje odstavenie daného prvku od elektrickej energie v prípade skratu či poškodenia prvku, pre zaručenie maximálneho zabezpečenia obsluhy.



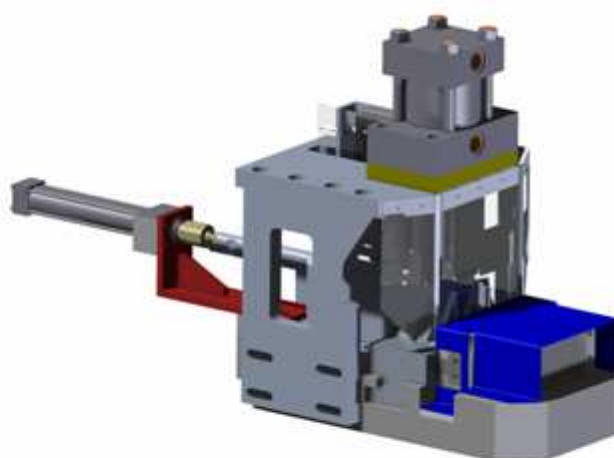
Obr. 2.22 Centrálna elektrická rozvodňa zariadenia DCR 231.

2.4 Princíp práce poloautomatického zariadenia DCR 231

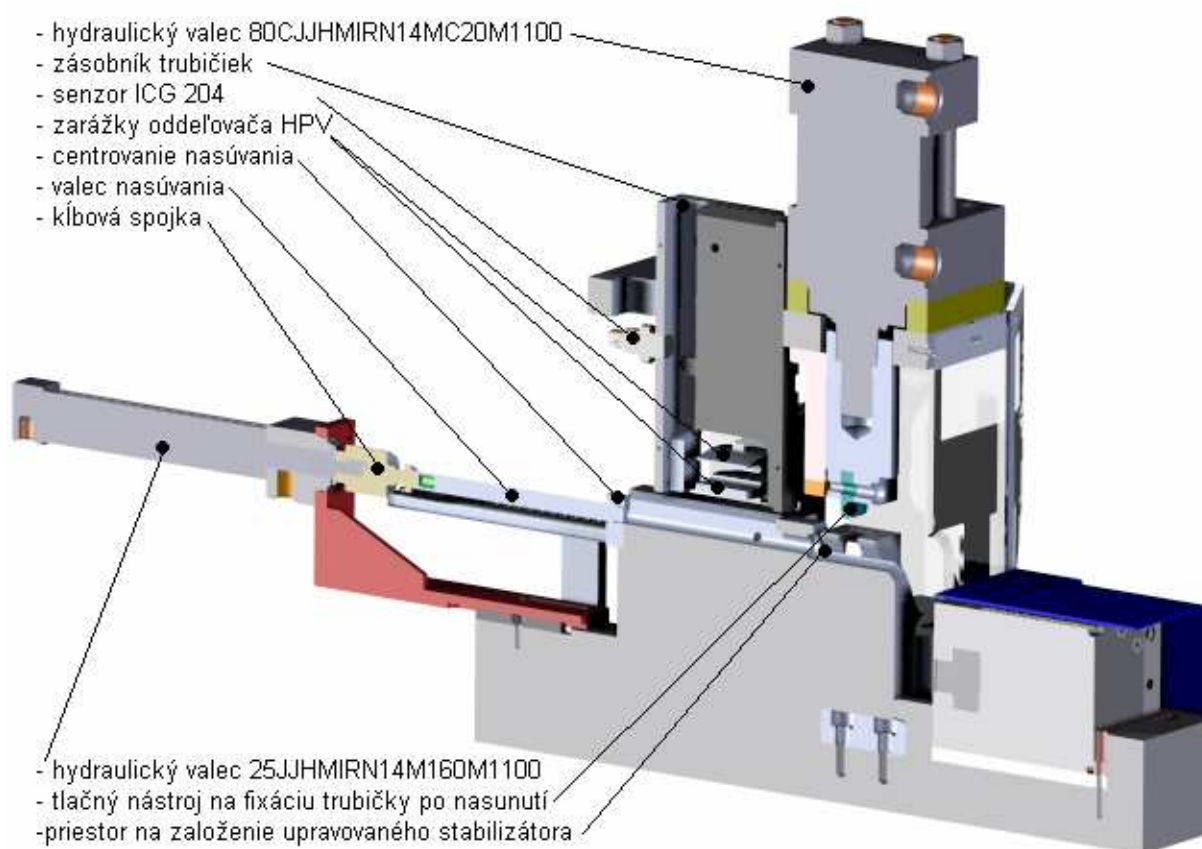
Po objasnení jednotlivých použitých komponent je pracovná činnosť zariadenia DCR 231 jednoduchá a postupná akcia týchto súčastí skordinovaná tak, aby v závere došlo k požadovanému efektu, ktorým je rýchle, automatické a bezpečné nasúvanie trubičiek do vnútorného priemeru stabilizátora a ich následná fixácia v tejto polohe. Doplnenie interpretácie funkcie zariadenia je zobrazené na zvislom reze prístroja DCR 231 (Obr. 2.24) a zobrazení protiľahlej strany zariadenia (Obr. 2.25).

Samotný proces nasúvania trubiiek pozostáva z niekoľkých krokov:

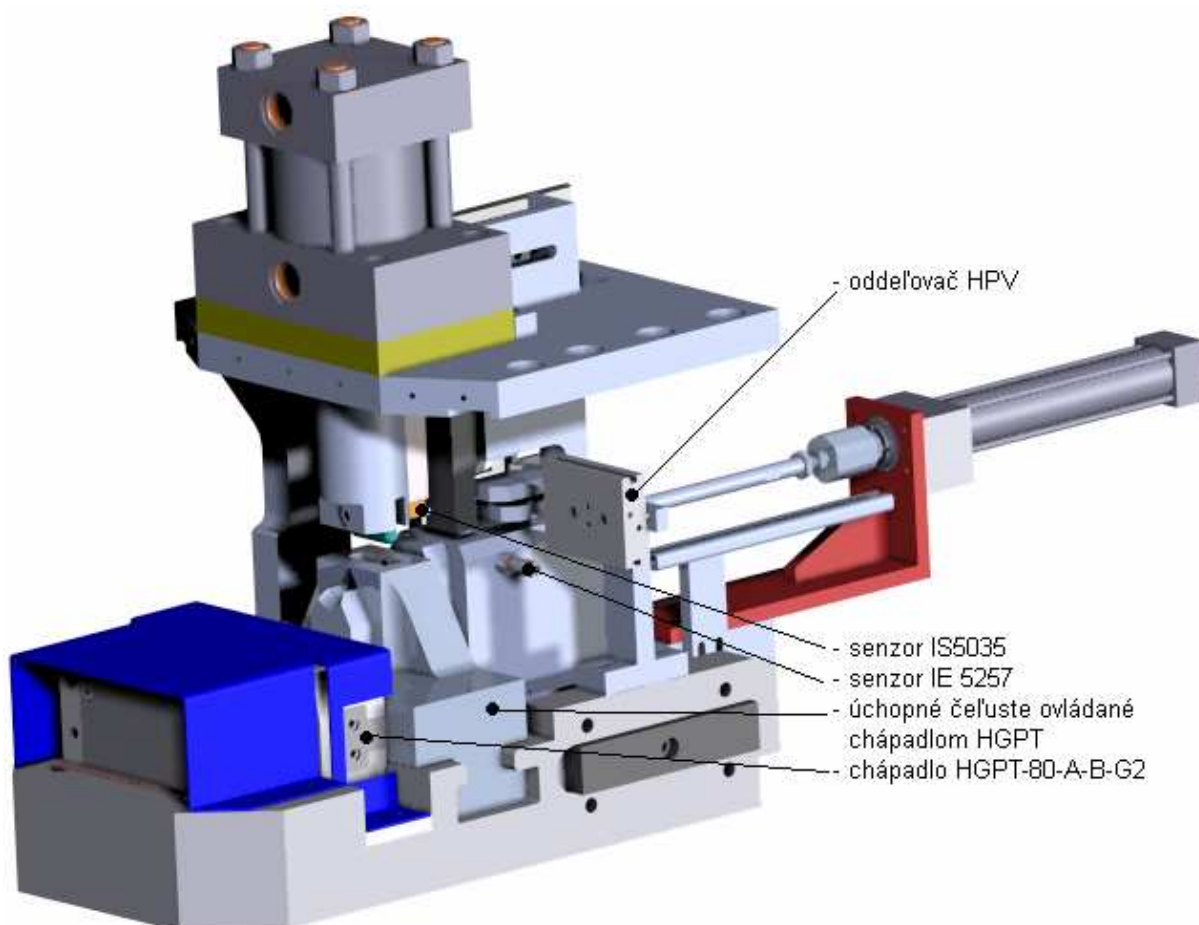
- prvou operáciou je založenie pripraveného stabilizátora, ktorý bude opatrený trubičkou, do určenej pozície. Pracovník postupne zakladá jednotlivo oba konce stabilizátora do otvoru zariadenia, pričom opticky sleduje správnosť založenia cez priehľadný plexisklový kryt,
- nasledujúca operácia je nasunutie pripravenej trubičky do vnútorného priemeru stabilizátora hydraulickým valcom Parker s označením 25JJHMIRN14M160M1100 tak, aby žiadna jej časť neprečnievala za koniec stabilizačnej tyče. Táto operácia je umožnená špeciálne tvarovaným prvkom (Körper), ktorého rozmery sú špecifické pre každý nasadený projekt,
- po úspešnom nasnutí trubičky musí byť zabezpečená jej fixácia. Táto operácia bude iniciovaná tlačidlom na ovládacom paneli zariadenia a následne vykonaná vertikálnym silovým pôsobením tlačiaceho nástroja na vonkajší povrch stabilizátora dostatočnou silou k čiastočnej deformácii prierezu stabilizátora, čím dôjde k dostatočnej fixácii nasunutej trubičky v požadovanej polohe. Proces zabezpečuje silný hydraulický valec Parker s označením 80CJJHMIRN14MC20M1100,
- podporným krokom je podávanie jednotlivých trubičiek zo zásobníka do akčného priestoru hydraulického valca, ktorý vykonáva ich zasúvanie do stabilizátora. Táto operácia je vykonávaná pneumatickým oddeľovačom HPV-14-20-A vyrobeným spoločnosťou Festo. Operácia podávania je automatická, dávkovanie novej trubičky prebehne po zasnutí predošlej trubičky a po vrátení hydraulického valca 25JJHMIRN14M160M1100 do počiatočnej polohy. Vzhľadom na univerzálnosť zariadenia je nutné meniť segmenty podávacieho zariadenia pre každý projekt samostatne, rozmery trubičiek sú pre každý projekt špecifické. To má za následok aj nastaviteľnú polohu držiaka podávacieho systému HPV tak, aby pri rôznom rozmere trubky (predovšetkým dĺžky) bol oddeľovací mechanizmus umiestnený vždy v strede, teda vždy v smere vertikálnej zložky tiažovej sily trubičky, aby počas oddeľovania nedochádzalo k preklápaniu trubičiek pôsobením ich hmotnosti.



Obr. 2.23 Zariadenie DCR 231, model zariadenia DCR 231.



Obr. 2.24 Rez zariadením DCR 231.



Obr. 2.25 Zobrazenie protiľahlej strany zariadenia DCR 231.

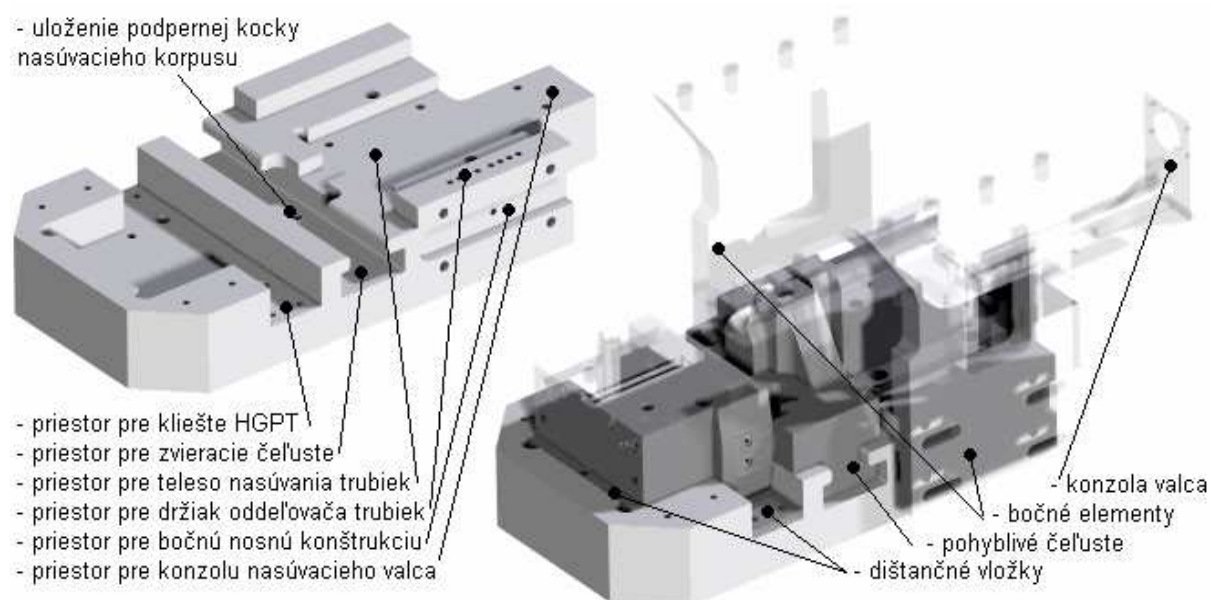
2.5 Postup návrhu jednotlivých komponent ^[1]

Finálna verzia zariadenia vznikla postupným vylepšovaním nedostatkov, rozbor je však z priestorových dôvodov venovaný len aktuálnej verzii. Postupne bolo nahradených niekoľko kľúčových elementov, čo niekoľko krát viedlo ku kompletnej editácii modelu, posledný návrh prototypu je považovaný pre danú aplikáciu za optimálny.

Niektoré časti zariadenia DCR 231 vychádzajú z dôvodu unifikácie a normalizácie firmy Mubea z preddefinovaných komponent podobného využitia. Ich následnou aplikáciou na konkrétny prípad potom dochádza k editácii tohto preddefinovaného modelu až k finálnej verzii, ktorá však stále zodpovedá preddefinovaným unifikátom.

2.5.1 Základné teleso zariadenia (Grundkörper)

Príkladom takéhoto dielu je základné teleso zariadenia s upravenými rozmermi na vloženie chápadla HGPT-80-A-B-G2 a ďalších súvisiacich komponent (Obr. 2.26).



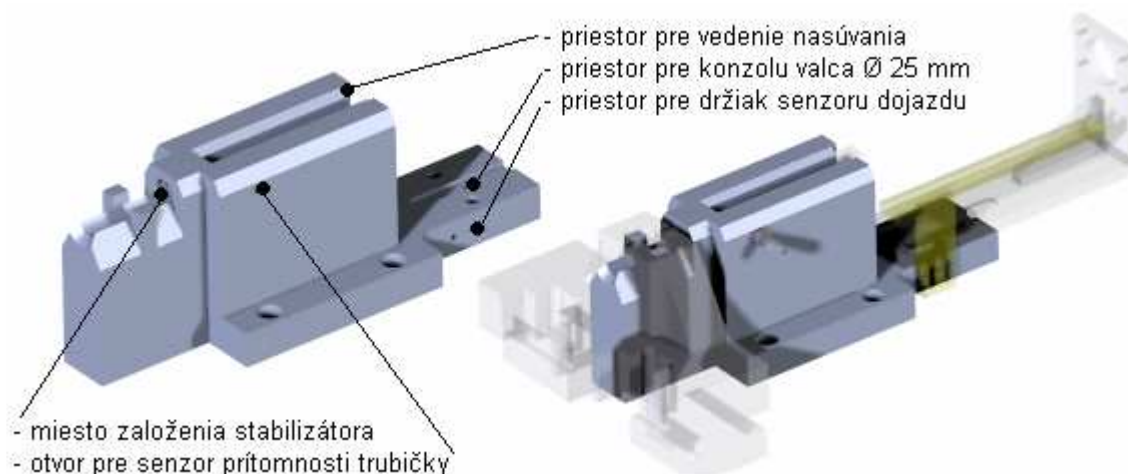
Obr. 2.26 Základné teleso zariadenia, siluety aplikovaných komponent.

Konštrukcia tejto základnej stavebnej jednotky zariadenia bola prevedená tak, aby ju bolo možné vyrobiť z jedného kusu materiálu, čím došlo k zníženiu nákladov na presnosť výroby spájaných častí. Tento komponent predstavuje najdrahšiu časť zariadenia, preto musel byť konštruovaný s maximálnou obozretnosťou. Jedná sa totiž o komponent slúžiaci na uloženie veľkého počtu zariadení (Obr. 0.4). Výrobné tolerancie, hlavne pri dynamickom uložení, napr. uloženie čelustí majú preto veľmi malý rozmerový rozsah (viď výkresová dokumentácia – Príloha 15). Uloženie klieští HGPT vyžaduje použitie dištančných vložiek, ktoré zaručia ich vodorovné umiestnenie a taktiež fixáciu. Ich sekundárnou funkciou je tiež tlmenie rázových síl pôsobiacich na základné teleso a tým predchádzanie možným defektom. Prípadná výmena tohto komponentu by totiž znamenala nemalé finančné výdavky. Použitý nástrojový materiál zaisťuje požadovanú húževnatosť a pevnosť komponenty, povrchová úprava v miestach pohybu čelustí zaručuje dobré kĺzne vlastnosti, čím sa znižuje opotrebenie oboch častí a minimalizuje trecia sila. Takéto vlastnosti je možné dosiahnuť povrchovou úpravou – nitridácia. Táto operácia dodá určeným oblastiam dostatočnú tvrdosť, nitridovaný povrch je následne potrebné upraviť dokončovacími obrábacími operáciami (brúsenie). Uloženie telesa zabezpečujúceho nasúvanie trubky (kapitola 2.5.2 Korpus) tiež vyžaduje pre správnu funkciu presného vodorovného uloženia, preto musí byť plocha na jeho umiestnenie vyrobená s nízkymi hodnotami rozmerových tolerancií. Z dôvodov zachovania výrobitelnosti tohto zložitého prvku musí byť potrebný priestor na podloženie korpusu vyfrézovaný a následne nahradený podpornou kockou (Stützwürfel) (Obr. 0.5). Na vrchnú časť korpusu je pripevnená konzola hydraulického valca Parker 25JJHMIRN14M160M1100 určeného na nasúvanie trubiek.

Diery M8 na bočnej časti základného telesa (Obr. 2.26) slúžia na nastavenie polohy držiaka pneumatického oddeľovača HPV. Ďalším prvkom montovaným k základnému telesu sú bočné nosné elementy slúžiace ako nosná konštrukcia zariadenia. Tieto prvky sú montované po oboch stranách zariadenia, ich rozmery sú odvodené od štandardov podobných konštrukčných prvkov, sú však prispôbované do požadovanej formy.

Ich uloženie na základné teleso je z dôvodu veľkých horizontálne pôsobiacich síl vyvolaných valcom Parker 80CJJHMIRN14MC20M1100 prevedené s využitím masívneho pera, ktoré absorbuje nežiaduce účinky hydraulických mechanizmov a zabráni tak nestabilite nosnej konštrukcie zariadenia. Nosná konštrukcia je pre doladenie prípadných výrobných nepresností nastaviteľná, je ňou možné skorigovať pôsobisko sily hydraulického valca umiestneného na vrchnej časti zariadenia.

2.5.2 Korpus (Körper)

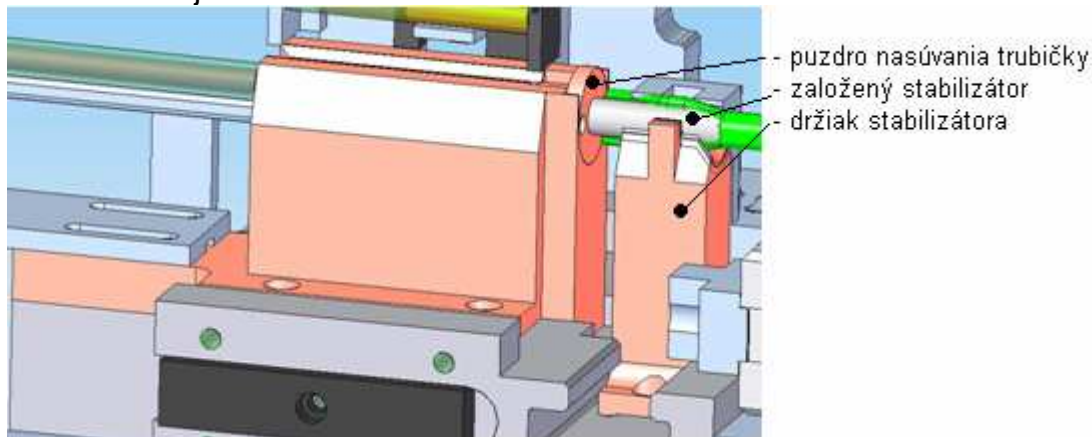


Obr. 2.27 Model telesa korpus, siluety súvisiacich komponent.

Prvok korpus (Obr. 2.27) je druhým v poradí komplikovaných častí zariadenia, jeho zložitý tvar vyplýva z funkcie, na ktorú je určený. Pomocou neho je realizovaný samotný proces nasunutia trubičky do vnútorného priemeru stabilizátora. Rozmerové tolerance prvku sú veľmi nízke hlavne v oblasti pohybu trubičky, pretože maximálna prípustná vôľa niektorých projektov v oblasti trubičky, tzn. priestor určený ako vôľa medzi minimálnym priemerom stabilizátora a maximálnym priemerom trubičky predstavuje len 0,1 mm.

Jeden z prvých návrhov (Obr. 2.28) prihliadal na minimalizáciu nákladov na výrobu a teda na maximálnu jednoduchosť komponent. Prvotné prevedenie korpusu bolo konštruované z viacerých vymeniteľných súčastí, čím by došlo k minimalizácii nákladov, pretože by bolo nutné meniť pre každý projekt len tieto vymeniteľné komponenty. Avšak pre veľmi nízke hodnoty vôle niektorých projektov by nebolo možné s dostatočnou presnosťou zaistiť vyrobiteľnosť týchto komponent.

Práve preto došlo k zmene konštrukcie tohto kľúčového prvku tak, že jednotlivé vymeniteľné časti boli integrované do jedného monolitného prvku. Touto úpravou došlo k nárastu finančných nákladov vynaložených na výrobu tohto prvku, avšak za cenu zaručenia jeho funkcie.



Obr. 2.28 Prvotný návrh konštrukcie korpusu.

Korpus bude uchytený k základnému telu zariadenia pomocou valcových skrutiek cez pripravené zahĺbené diery. Do oblasti dopadu trubičky po jej oddelení od oddeľovača HPV od ostatných trubičiek uložených v zásobníku bol vyvŕtaný otvor so závitom M8x1 pre indukčný senzor IE5257 kontroly prítomnosti trubičky. Zadná časť korpusu obsahuje vyfrézovanú oblasť určenú na umiestnenie vedenia zasúvacieho trňa (Obr. 2.29). O potrebe umiestnenia tohto prvku bolo zistené až po vyrobení korpusu, preto je táto časť riešená ako dodatočný element, v súčasnom prevedení sa zároveň jedná o podstatne jednoduchšiu výrobu oboch častí.

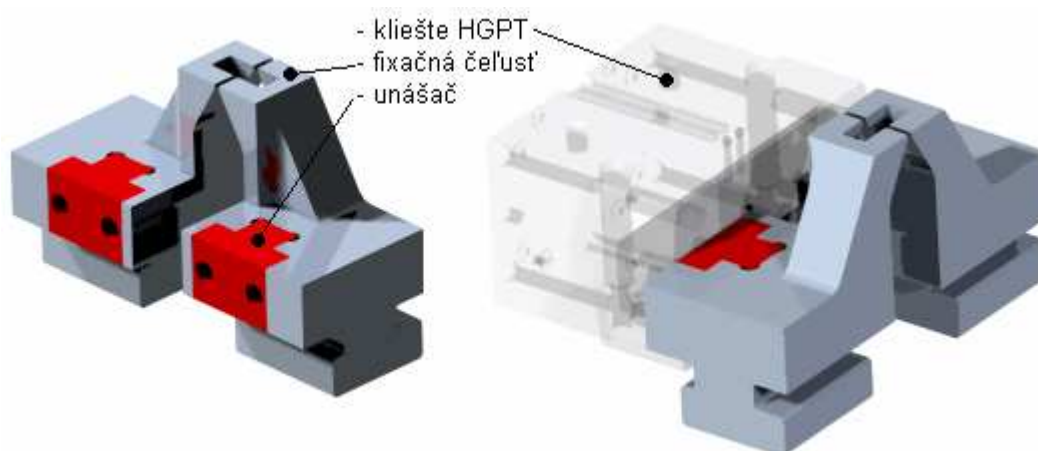


Obr. 2.29 Model vedenia trňa zasúvania, fyzické prevedenie s označením.

2.5.3 Elementy pneumatických klieští HGPT-80-A-B-G2

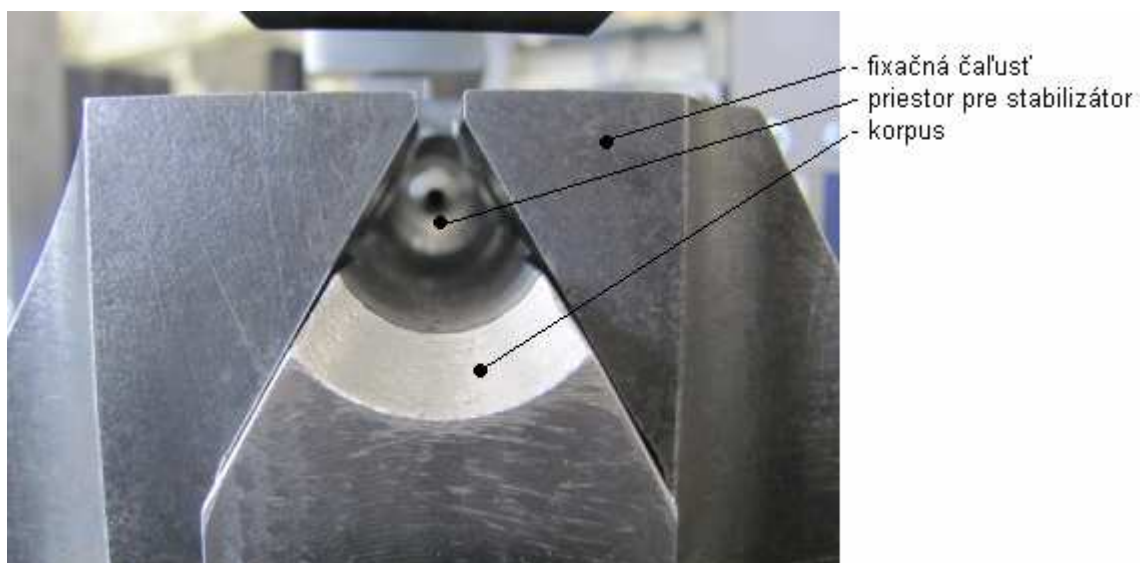
Medzi párové elementy zabezpečujúce fixáciu stabilizátora patrí fixačná čelúšť s unášačom (Obr. 2.30). Unášač je priskrutkovaný k chápadlu HGPT-80-A-B-G2 pomocou páru valcových skrutiek. Každý z nich je opatrený presným osadením, do ktorého bude vložený centrovací čap balený v zostave pneumatických klieští HGPT. Tieto zaručia správne uloženie unášača vo vzťahu s chápadlom.

Unášač je z dôvodu zmontovateľnosti konštruovaný ako zasúvací prvok do pripravenej kapsy na každej čelústi. Každý z nich sa v prvom kroku zaskrutkuje spolu so strediacimi čapmi k chápadlu HGPT, v druhom kroku sa zasunú do oboch čelústí a chápadlo sa zaskrutkuje o hlavné telo zariadenia DCR 231.



Obr. 2.30 Elementy mechanizmu zvierania.

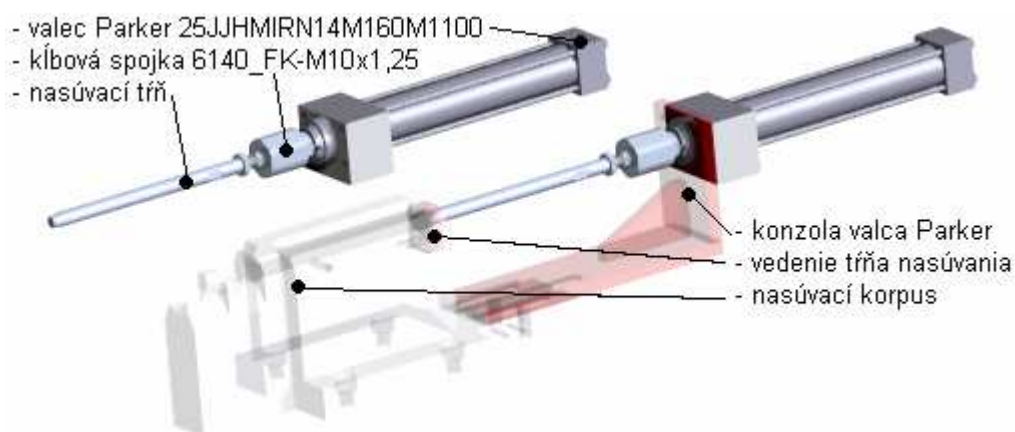
Každá čelúšť je vyrobená s nástrojovej ocele schopnej dodatočnej tepelnej úpravy, čo je pri podobných aplikáciách nevyhnutné pre zaručenie schopnosti čelúste odolávať vysokým záťažovým silám pri upínaní stabilizátora počas operácie zasúvania trubičky. V spodnej časti je možné podľa potreby umiestniť mazacie kanály s vyústením na maznicu, ktorou bude možné prípadne doplniť mazivo na lepší pohyb čelústí v hlavnom tele zariadenia. V súčasnom stave nie je táto aplikácia potrebná. Fixačné čelúste sú konštruované tak, aby počas zovierania pneumatickým chápadlom tlačili stabilizátor vertikálnym smerom nadol (Obr. 2.31), čím zapríčinia jeho fixáciu o korpus a tým umožnia nasunutie trubičky bez zmeny polohy stabilizátora. Čelúste sú opatrené výrezom na hornej časti, ktorý slúži ako priestor pre tlačný nástroj zabezpečujúci fixáciu trubičky po jej nasunutí do stabilizátora.



Obr. 2.31 Fixačný mechanizmus stabilizátora.

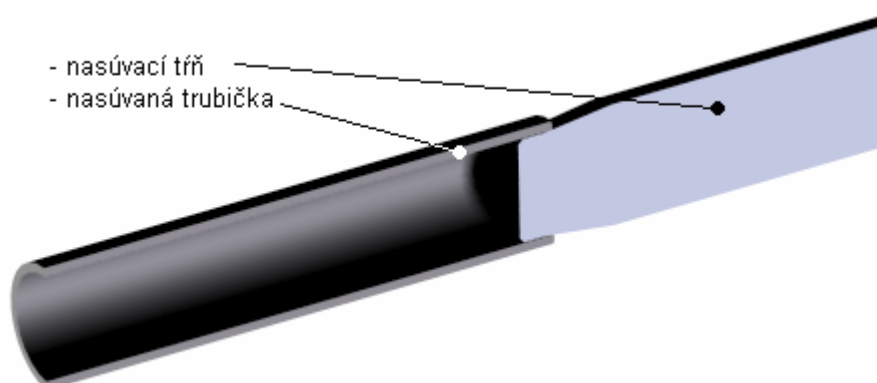
2.5.4 Mechanizmus nasúvania

Operácia nasunutia trubičky je zabezpečovaná pomocou mechanizmu zasúvania (Obr. 2.32). Pohonnou jednotkou pre túto kľúčovú činnosť zariadenia je hydraulický valec Parker 25JJHMIRN14M160M1100 s piestovým priamočiarym pohybom. Jeho sila je dostatočná nato, aby pomocou zasúvacieho trňa zachytila trubičku za jej vnútorný priemer a pretlačila cez korpus až do vnútorného priemeru stabilizátora. Vzhľadom na umiestnenie korekčnej kľbovej spojky 6140_FK-M10x1,25, ktorá zabezpečuje trňa možnosť korekcie do správnej polohy, je nutné umiestniť na korpus vedenie trňa, ktoré zabezpečí jeho správnu výšku a tým aj správne zachytenie trubičky a následne zasunutie do stabilizátora.



Obr. 2.32 Mechanizmus nasúvania, siluety kooperačných komponent.

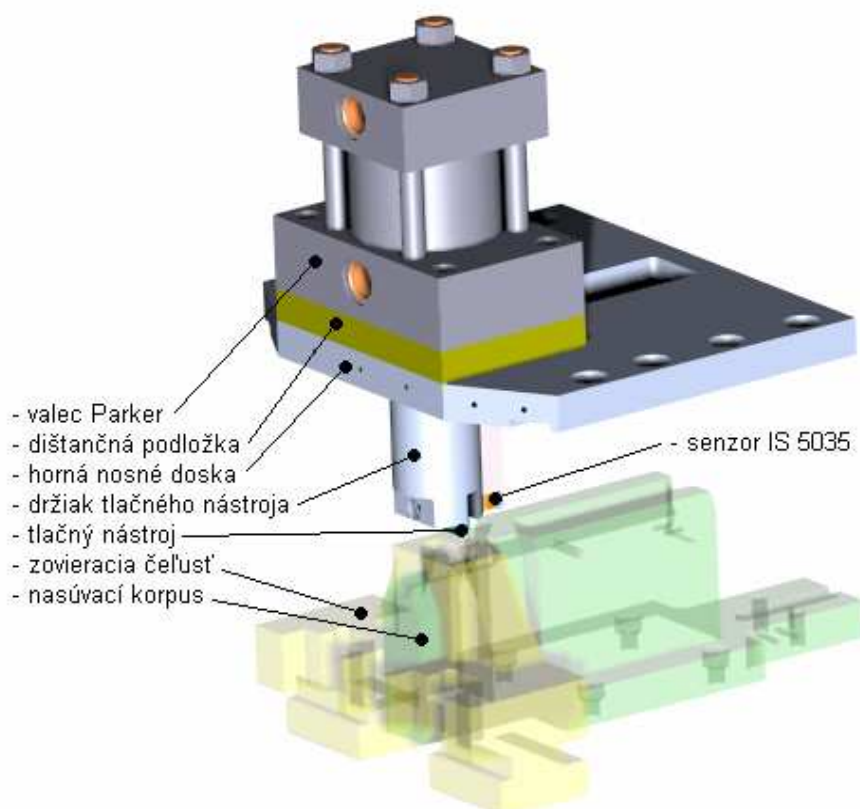
Zasúvací trň je konštruovaný tak, aby svojou kužeľovou plochou zachytil trubičku za jej vnútorný priemer (Obr. 2.33), čím je dosiahnuté jej správne zasunutie. Priemer zasúvacieho trňa musí byť menší ako priemer diery v korpuse, preto je nutné pri každom projekte vymeniť spolu s korpusom aj trň, čo vedie k výmene i podporného vedenia trňa, zmieňovaného v kapitole 2.5.2 Korpus.



Obr. 2.33 Systém správneho uchytenia trubičky.

2.5.5 Mechanizmus fixácie trubičky

Pre správne ukončenie procesu nasúvania je potrebné zaručiť fixáciu trubičky v tele stabilizátora pomocou fixačného ústrojenstva (Obr. 2.34). Stabilizátor bude následne opatrený sploštením na mieste nasunutia trubičky. Trubička svojim materiálom prispeje k pevnosti stabilizátora na jeho koncoch, bez nutnosti zbytočného zvyšovania hmotnosti celého stabilizátora. Fixačnú činnosť po nasunutí trubičky preberá masívny hydraulický valec Parker 80CJJHMIRN14MC20M1100, ktorý svojím vertikálnym pohybom nadol pomocou tlačného nástroja (Drückwerkzeug) zatlačí na povrch stabilizátora. Tým jeho povrch mierne zdeformuje a zároveň zabezpečí zafixovanie trubičky v jeho tele.

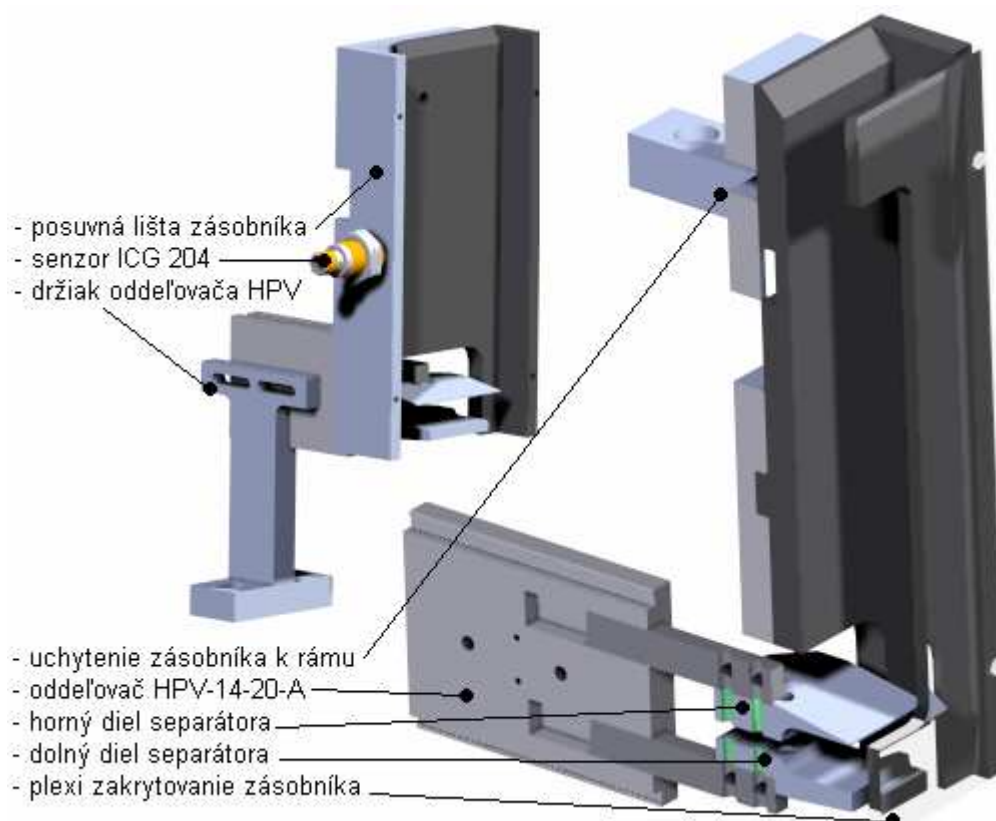


Obr. 2.34 Fixačné ústrojenstvo.

Hydraulický prvok je potrebné podložiť vymedzovacou podložkou, ktorá absorbuje nežiaduce sily a tým prispeje k bezpečnosti zariadenia. Valec je spolu s dištančnou podložkou priskrutkovaný k nosnej konštrukcii zariadenia, ktorá obsahuje otvory na pripevnenie ďalších komponent. Tlačný nástroj je uchytený pomocou držiaka, pričom jeho pracovná poloha je dosiahnutá opretím jeho hornej plochy k hornej ploche tvarového výrezu na držiaku. Tlačný nástroj je v tejto polohe zafixovaný skrutkou. Každý projekt má rozličné vonkajšie rozmery stabilizátora, preto je nutné pre každý vyrobiť ďalší vymeniteľný diel, ktorým je tlačný nástroj. Dolná poloha hydraulického valca a teda i správnosť zalisovania trubičky v tele stabilizátora je kontrolovaná indukčným senzorom IS 5035.

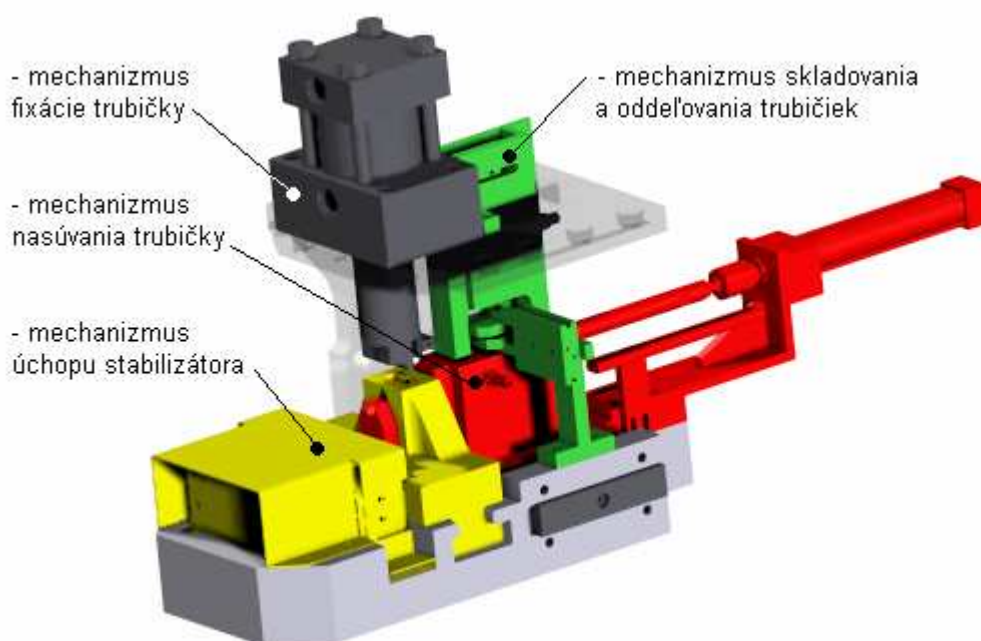
2.5.6 Zásobník trubičiek s oddeľovaním

Z dôvodov automatizácie procesu nasúvania trubičiek je zariadenie DCR 231 opatrené zásobníkom trubičiek (Obr. 2.35). Problémom pri konštrukcii zásobníka bolo predovšetkým zaručiť jeho univerzálnosť pre rôzne priemery a dĺžky trubičiek. Maximálny rozdiel medzi priermi nasúvaných trubičiek je dostatočne malý na to, aby mohol byť zásobník schopný dodávania všetkých druhov trubičiek bez korekcie šírky. Korekcia dĺžky zásobníka je zabezpečovaná posuvným mechanizmom s následnou fixáciou požadovanej polohy skrutkovým spojom.



Obr. 2.35 Zásobník trubičiek, rez zásobníkom.

Zásobník bol primárne konštruovaný pre 3 rôzne dĺžky trubičky a to 60, 90 a 120 mm. Z toho dôvodu je na základnom telese (Grundkörper) navrhnutá séria závitových dier M8 na uchytenie držiaku pre oddeľovač HPV, aby pre každý dĺžkový typ trubičky stál oddeľovací mechanizmus v strede trubičky, čím sa zaručí správnosť funkcie oddeľovania. Oddeľovač HPV-14-20-A je na držiaku uchytený pomocou dvoch špeciálnych strediacich skrutiek a strediacich čapov, aby bola jeho poloha dostatočne presná. Funkcia oddeľovača je popísaná v kapitole 2.3.1 Pneumatické prvky – Oddeľovač HPV-14-20-A. Zásobník je vybavený priehľadným plexi krytom s otvorom na odstránenie zablokovaných trubičiek, cez ktorý je možné rýchlo odhaliť ich prípadné nesprávne uloženie. Jednotlivé diely separátora je nutné meniť v závislosti na nasadenom projekte, pretože dĺžka trubičiek nie je konštantná. Senzor ICG 204 slúži na kontrolu prítomnosti trubičiek, v opačnom prípade upozorní obsluhu o ich nedostatku rozsvietením kontrolného prvku na ovládacom paneli.



Obr. 2.36 Mechanizmy zariadenia.

Kompletáciou jednotlivých komponent dostávame komplexné zariadenie schopné pracovať so širokým spektrom polotovarov. Jednotlivé mechanizmy boli pre názornosť separátne označené inou farbou (Obr. 2.36). Ich kooperáciou je zaručená správna funkcia zariadenia DCR 231.

2.5.7 Príslušenstvo k zariadeniu DCR 231

Podporné mechanizmy súvisiace so správnu prácou zariadenia dopĺňajú jeho funkciu, boli však konštruované samostatne až po zablokovaní finálnej verzie zariadenia. Príslušenstvo predstavuje nosný stôl zariadenia (Gestell), prídavný V – zásobník trubičiek a zjednodušené siluety ovládacieho panelu či centrálnej elektrickej rozvodnej skrine.

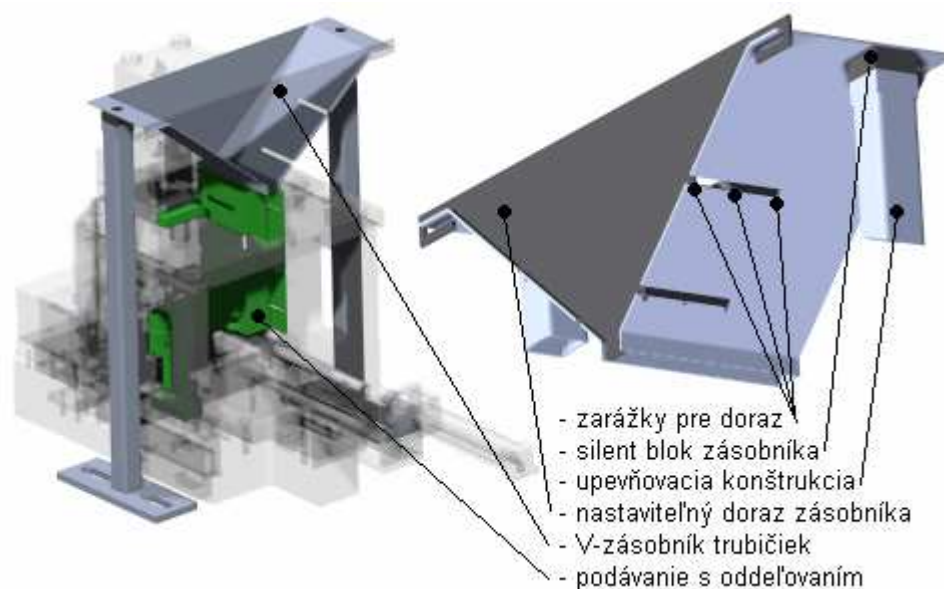
Siluetu sú umiestnené na požadovanom mieste, ich montáž vrátane upevňovacích komponent zabezpečí spoločnosť, ktorá je zodpovedná za výrobu zariadenia. Nosný stôl (Obr. 2.37) je na dosiahnutie stability na eventuálnom nerovnom povrchu vybavený nohami so staviteľnou výškou (Obr. 2.37). Zariadenie je pripevnené k nosnému stolu pomocou skrutiek so spodnej strany stola, základné teleso je na tento účel vybavené závitovými otvormi s dostatočným rozmerom.



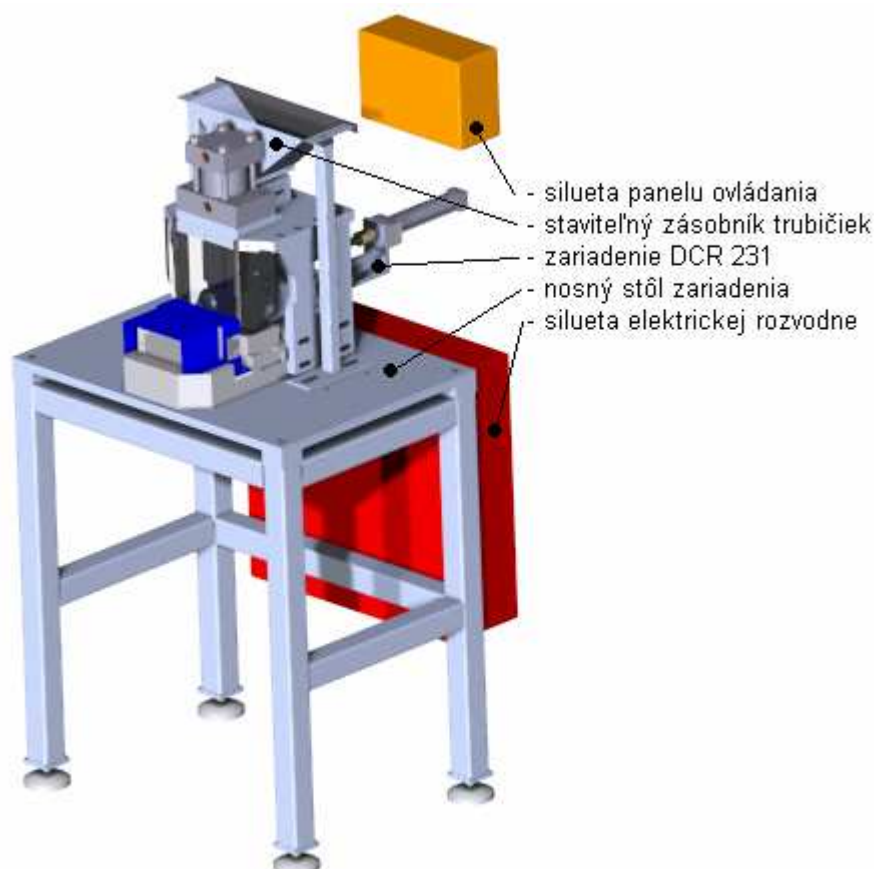
Obr. 2.37 Nosný stôl, staviteľná noha (závit M16).

Druhou časťou podporného príslušenstva je dodatočný zásobník trubičiek (Obr. 2.38). Jeho ekvivalent na samotnom zariadení slúži predovšetkým na oddeľovanie trubičiek a ich následné vedenie do správnej polohy na korpuse. Prídavný zásobník je pri montáži nutné pre správnu funkciu zarovnať s podávacím a separačným mechanizmom zariadenia. Pre zaručenie univerzálnosti bolo nutné prídavný zásobník konštruovať so staviteľnými polohami pre všetky (doposiaľ 3) projekty. Zásobník je možné nastaviť na šírky trubičiek 60, 90 a 120 mm.

V – zásobník počítá s prípadným použitím vibračného zariadenia pre uľahčenie podávania trubičiek, čím by sa predišlo prípadnému zaseknutiu trubičky. Pre tento účel je zásobník spojený s nosnou konštrukciou gumovým „silent – blokom“, ktorý bude zachytávať nežiaduce účinky vibračného zariadenia a zabráni ich prenosu na nosný stôl, resp. zariadenie DCR 231. Nosná konštrukcia je pre prípadné doladenie polohy ukotvená pomocou drážok pre valcové skrutky k nosnému stolu zariadenia.



Obr. 2.38 V – zásobník s nastaviteľnou šírkou.



Obr. 2.39 Skompletované zariadenie s príslušenstvom.

Celkový náhľad (Obr. 2.39) zobrazuje zariadenie s príslušenstvom. Zariadenie spoločne s príslušenstvom tvorí komplet zákazky vyžadovanej spoločnosťou Mubea HZP s r.o.

3 CERTIFIKÁCIA ZARIADENIA PRE SPOLOČNOSŤ MUBEA HZP

Konštrukčné prevedenie predkladá komplexné riešenie problémov nasúvania trubičiek do trubkových stabilizátorov vyrábaných spoločnosťou Mubea HZP s r.o., Prostějov, Česká Republika a Mubea Maschinenbau GmbH, Attendorn, Germany. Zariadenie bude vyhotovené v dvoch exemplároch, každé pre jednu prevádzku. Obe zariadenia boli primárne stavané pre projekt R231, čo prakticky zodpovedá triede Mercedes SL. Následným rozborom v kooperácii s projektovým oddelením bolo zo strategických dôvodov rozhodnuté o stavbe zariadenia na univerzálnu platformu, čím bude zaručená jeho široká využiteľnosť.

V niektorých prípadoch sú podmienky zákazníka postavené tak, že kolidujú s konvenčným postupom výroby stabilizátorov, zákazníkovi je však nutné pre zaručenie spokojnosti vyhovieť v maximálnej možnej miere. Praktická aplikácia zariadenia perspektívne počíta i s prevedením schopným nasúvania trubičiek a ich následnú fixáciu v trubke stabilizátora, ktorej povrch už bol pred operáciou nasúvania tepelne spracovaný. Tento postup je označovaný za nekonvenčný, zákazník ho však z určitých dôvodov vyžaduje. Pri fixácii trubičky vertikálne uloženou hydraulickou jednotkou však vzniká problém, pretože zariadenie nie je schopné vyvinúť dostatočne veľkú tlakovú silu nato, aby v dostatočnej miere zdeformovalo vonkajší priemer tepelne upraveného stabilizátora a tým zaručilo potrebnú fixáciu nasunutej trubičky v požadovanej polohe.

Pre zaručenie univerzálnosti zariadenia je predložená jeho upravená verzia zohľadňujúca všetky potrebné parametre. V prípade nutnosti je potom možné s malou úpravou niektorých komponent rýchlo prestavať zariadenie na verziu schopnú nasúvania trubičiek aj do tepelne upravených stabilizátorov. Okrem masívnej konštrukcie schopnej odolávať vyššiemu zaťaženiu je v tomto prípade nutné tiež počítať s využitím výrazne výkonnejšieho vertikálneho hydraulického valca. Konštrukcia zariadenia v tomto prevedení obsahuje masívne bloky tvaru „C“ a platňu držiacu výkonný hydraulický valec tak, aby bola sila počas fixácie prostredníctvom platne prenášaná na masívne „C“ bloky plochou a nie skrutkovým spojom, ako je to pri štandardnom prevedení zariadenia (Obr. 3.1).



Obr. 3.1 Zosilnená verzia zariadenia DCR 231.

Firma zhotovujúca oba exempláre zariadenia po ich vyrobení vystaví „Prehlásenie o zhode“, čím zaručí, že ňou vyhotovené zariadenie súhlasí s modelom a tým pádom s podmienkami určenými spoločnosťou Mubea HZP s.r.o. Súčasťou dodávky zariadenia do závodu Mubea Maschinenbau GmbH, Attendorn, Germany bude rozsiahla dokumentácia zahŕňajúca technické parametre zariadenia (Technische Bedingungen der Maschine), inštrukcie pre údržbu stroja (Wartungsanleitung der Maschine), kompletnú výkresovú dokumentáciu a všetky potrebné bezpečnostné nariadenia, označovaná ako „CE“ zariadenia. CE dokumentácia je medzinárodný ekvivalent Prehlásenia o zhode, prakticky sa jedná o certifikát pravosti zariadenia a jeho zhodnosť so zadanými parametrami. Obrázky zariadenia vo vyššom rozlíšení dostupné v Prílohe14 DCR231 _ilustrácie.

4 TECHNICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE

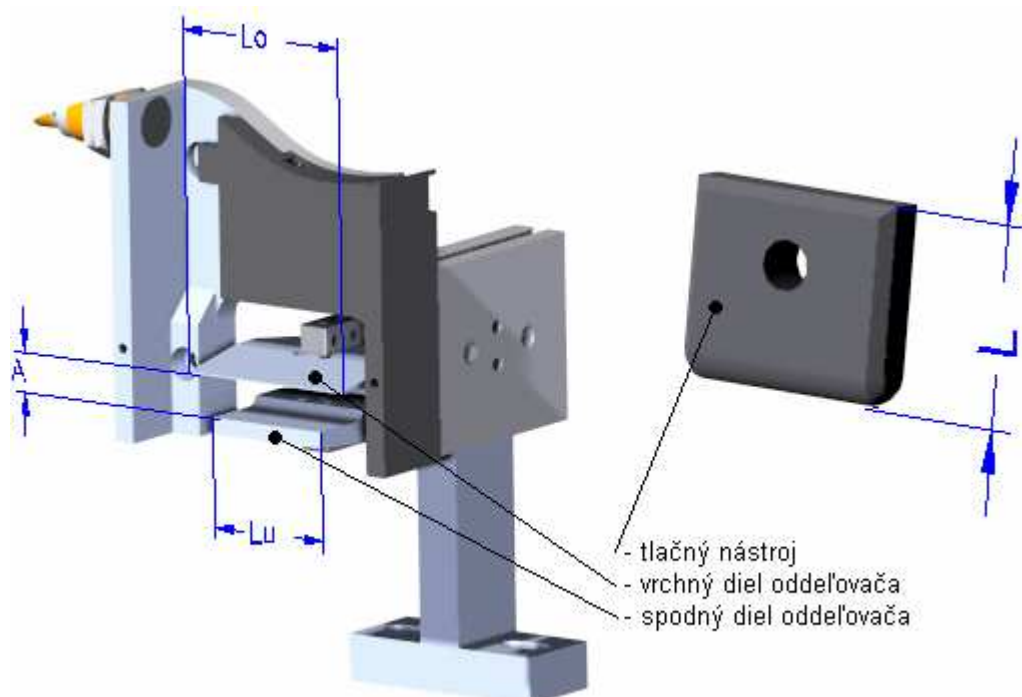
4.1 Zhodnotenie investície

Pri konštrukcii zariadenia boli zohľadnené kritéria vedúce k minimalizácii nákladov so súčasnou maximalizáciou výkonu. Zariadenie je opatrené elektronickými senzormi, ktoré neustále kontrolujú priebeh jednotlivých operácií a tým výraznou mierou prispievajú k znižovaniu pravdepodobnosti výroby nepodarku. Pri zariadeniach kontrolovaných elektronickými senzormi sa počty nepodarkov merajú spravidla rádovo v hodnotách ppm (part per milión). Zariadenie má vysokú strategickú hodnotu, počíta sa s jeho nasadením na niekoľko zavádzaných projektov, preto bude svojou dlhodobou funkciou stále viac prispievať k úspore nákladov. Tento fakt viedol k rozhodnutiu stavať zariadenie ako univerzálny nástroj. Náklady vznikajúce na výrobu novej sady vymeniteľných dielov sú v porovnaní so stavbou separátneho zariadenia na každý projekt veľmi nízke, stavba univerzálného zariadenia je však náročnejšia. Je potrebné dbať na mnoho faktorov vznikajúcich s používaním univerzálného nástroja, ako napr. dbať na maximálne jednoduchú výmenu sady vymeniteľných dielov, čím dochádza k úspore času a tým aj nákladov.

Zoznam vymeniteľných dielov zariadenia DCR 231:

- 4330027780-04_Drückwerkzeug (tlačný nástroj),
- 4330027740-04_Druckbolzen (zasúvací trň),
- 4330027750-04_Körper (korpus pre trubičku),
- 4330027785-04_Druckbolzenführung (vedenie trňa zasúvania),
- 4330027765-04_Separator (vrchný diel oddeľovača trubičiek),
- 4330027795-04_Separator Unterteil (spodný diel oddeľovača trubičiek).

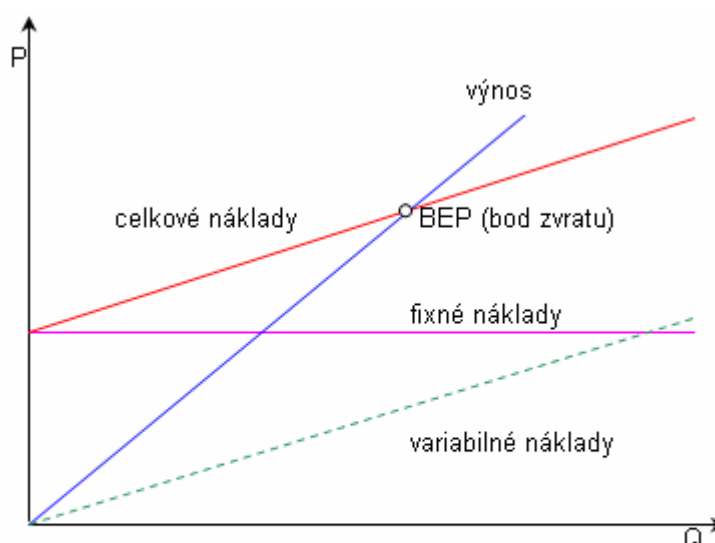
Všetky vymeniteľné diely sú označené príslušným číslom a názvom projektu, na ktorý sú určené. Ak niektorý diel slúži na viac projektov a bude používaný v jednom závode na oba projekty súčasne, je možné vyrobiť len jeden exemplár tohto vymeniteľného dielu. V takomto prípade je nutné univerzálny vymeniteľný diel opatriť označením všetkých názvov projektov, na ktoré bude nasadený. Vymeniteľný diel tlačného nástroja (Drückwerkzeug) je špecifický svojou dĺžkou L, pretože vertikálny pohyb valca je fixný. Pre rovnako veľkú fixačnú silu je preto nutné upraviť každý jednotlivý tlačný nástroj, pretože každý stabilizátor má rôzny vonkajší priemer. Vrchná montážna časť tlačného nástroja je u každého dielu konštantná, mení sa len celková dĺžka nástroja.



Obr. 4.1 Vymeniteľné diely separátora, tlačný nástroj.

Medzi vymeniteľné diely patrí aj zasúvací trň (Druckbolzen), ktorého rozmery musia byť menené pre správnu funkciu uchytenia a nasunutia trubičky do vnútorného priemeru stabilizátora. Korpus (Körper) nasúvaných trubičiek spolu s vedením trňa (Drückbolzenführung) musia meniť svoje parametre v závislosti na rozmeroch trubičky podobne ako vedenie zasúvania. Oba diely separátora musia taktiež rešpektovať rozmery trubičiek. Pre zachovanie univerzálnosti bolo nutné konštruovať oba diely vymeniteľné, pričom vrchný diel je zodpovedný za správne jednotlivé oddeľovanie trubičiek tým, že hĺbkou zapustenia do horného prsta oddeľovacieho mechanizmu HPV-14-20 koriguje rozpätie „A“, ktoré sa mení s vonkajším rozmerom každej trubičky. Rozmery L_0 (vrchný diel separačného mechanizmu) a L_u (spodný diel separačného mechanizmu) (Obr. 4.1) musia rešpektovať predovšetkým dĺžkový rozmer trubičky, pri nasadení trubičky s rozmerom $L=120$ mm je nutné prednastaviť zásobník trubičiek na maximálny rozchod, spolu s prídavným „V“ zásobníkom. Ten je konštruovaný k prednastaveniu na 3 možné dĺžkové rozmery trubičky.

Úsporou nákladov konštruovaním univerzálnych dielov bude návratnosť investície vysoká, pretože zariadenie bude schopné jednotkovou úsporou nákladov veľmi rýchlo dosiahnuť bod zvratu počiatočnej investície. Ilustráciu návratnosti investície zobrazuje Obr. 4.2.



$$Q_{BZ} = \frac{FN}{(p - vj)}$$

- Q_{BZ} = kvantita bodu zvratu
- FN = fixné náklady
- p = jednotková cena produktu
- vj = jednotkové náklady variabilné

Obr. 4.2 PQ diagram.

Číselné vyjadrenie investície:

Podrobnejšie informácie súvisiace s investíciou na zariadenie DCR 231 nie sú k dispozícii. Vlastník autorských práv, spoločnosť Mubea HZP, s r.o., neumožnil bližší rozbor investícií vynaložených na stavbu a kompletáciu zariadenia. Po konzultácii s oddelením projektov bol vypracovaný rozpis zobrazujúci počínanie zariadenia v číselných hodnotách (Tab. 4.1).

Tab. 4.1 Odhadované zhodnotenie investície.

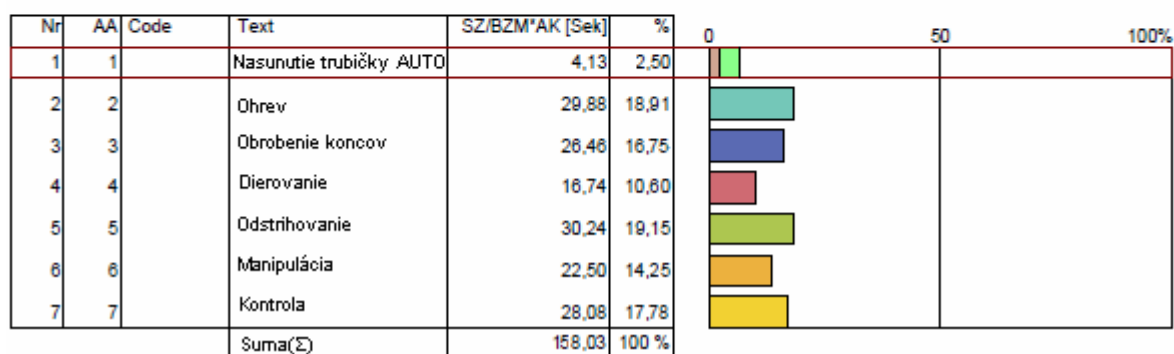
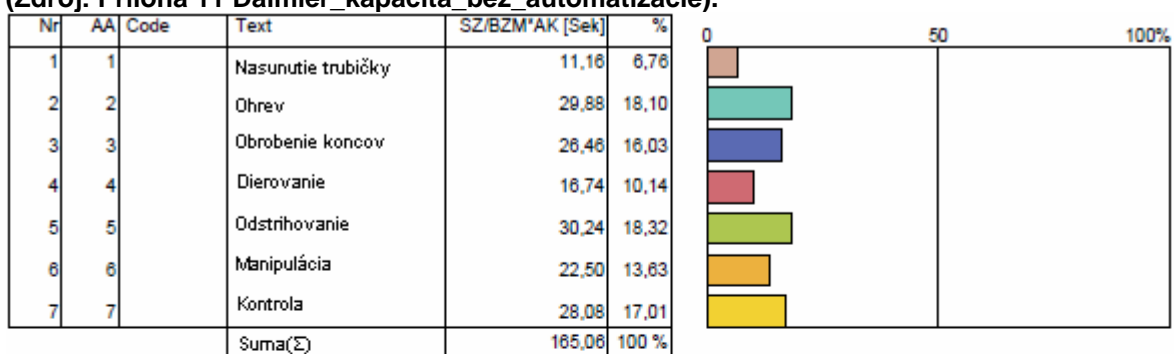
Popis	Hodnota	Σ
Vývoj, konštrukčná doba	~ 4,5 mes. (~ 800 h.)	7,5 mes.
Výroba, montáž, testovanie	3 mes.	
Náklady na materiál zariadenia	9 k€	18 k€
Nakupované diely (hydraulika, pneumatika, elektro)	4,5 k€	
Zhotovenie, zostavenie zariadenia	4,5 k€	
Predpoklad návratnosti investície (pri 100%-nom využití kapacity)	2 - 3 rok	-
Predpoklad zvýšenia produktivity (v závislosti na využití kapacity)	3 - 10%	

Hodnoty uvedené v Tab. 4.1 zodpovedajú odhadu k dátumu dodania zariadenia do spoločnosti Mubea HZP s r.o. Presnejšie perspektívne odhady budú kalkulované po minimálne jednej kompletne odpracovanej smene, po odladení funkčných detailov spojených s obsluhou zariadenia, tento proces býva označovaný termínom „Run & Rate“.

Úspora bude zaznamenaná predovšetkým v znížení prácnosti pracovníka, ktorého práca bude z veľkej časti nahradená poloautomatickou jednotkou. Tým dôjde taktiež k minimalizácii chybovosti práce a zároveň zrýchleniu danej operácie. To sa nakoniec prejaví zvýšením produktivity práce.

Nasledujúce zobrazenie (Tab. 4.2) vykresľuje vyťaženie súvisiacich operácií pred a po zaradení zariadenia DCR 231 do výrobného procesu stabilizátora, úspora plynúca z nasadenia zariadenia činí 4,26% celkového výrobného času následných operácií (spodná tabuľka, úspora vyznačená rozdielom medzi pôvodným a automatizovaným prevedením slabozelenou farbou). Celková úspora vyjadrená v počte hodín na rok je zobrazená na Tab. 4.3. Presnejší výpis protokolu bez automatizácie dostupný v Prílohe11 Daimler_ kapacita_bez_automatizacie.

Tab. 4.2 Vyťaženie operácií po nasúvaní trubičky pred a po automatizácii
(Zdroj: Príloha 11 Daimler_ kapacita_bez_automatizacie).



Tab. 4.3 Úspora po nasadení zariadenia.

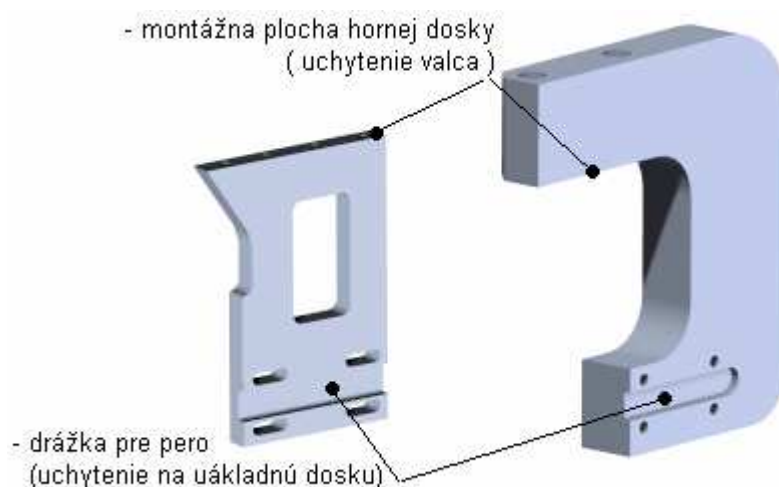
Pracovné dni/rok	320
Počet smien/deň	2
Počet hodín/smena (bez páуз)	11
Počet hodín/rok	7040
Stabilizátory s trubičkami	60%
Počet hodín/stabilizátory s trubičkami	4224
Ručné nasúvanie rubičiek %	6,76
Automatické nasúvanie %	2,5
Úspora %	4,26
Úspora hodín/rok	179,9424

4.2 Zhodnotenie parametrov

Prvotné riešenie zariadenia nepočítalo s tepelnou úpravou stabilizačných tyčí pred operáciou nasúvania trubičky do jeho vnútorného priemeru, preto aj parametre zariadenia odpovedajú týmto skutočnostiam. Rám konštrukcie je usporiadaný na absorbovanie prebytočných síl vyvolaných tlakovým pôsobením hydraulikkej jednotky prostredníctvom tlačného nástroja na povrch stabilizačnej tyče. Tepelne upravený povrch stabilizátora vykazuje diametrálne vyššie hodnoty tvrdosti v porovnaní s tepelne neupraveným povrchom. Hydraulická jednotka preto nie je schopná v prípade použitia tepelne upravených stabilizátorov v dostatočnej miere pôsobiť na povrch stabilizátora tlačným nástrojom, nie je teda schopná dostatočnej deformácie stabilizačnej tyče, čím nedochádza k potrebnému efektu fixácie trubičky.

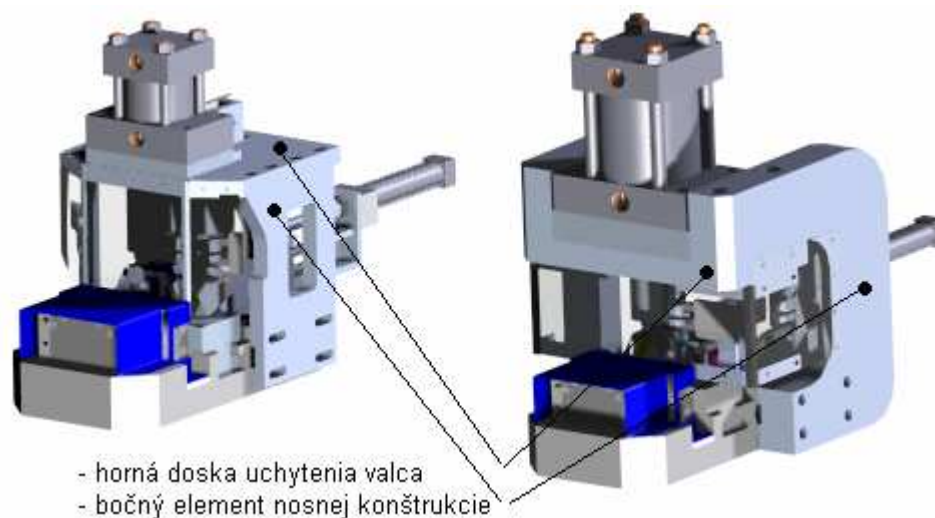
Zariadenie DCR 231 je stavané univerzálne, tzn. že jeho prevedenie musí byť schopné maximálnej možnej adaptácie k splneniu požiadaviek zákazníka. Z tohto dôvodu bolo rozhodnuté dodatočne vyrobiť aj diely upravenej konštrukcie zariadenia, pomocou ktorých bude schopné pracovať i s tepelne upravenými polotovarmi. Tento krok výraznou mierou prispeje k zaručeniu univerzálnosti zariadenia, čím dôjde v perspektívnej oblasti k možnosti pracovať so širokým spektrom polotovarov. V prípade nasadenia projektu využívajúceho nekonvenčný výrobný postup, tepelná úprava pred nasúvaním trubičky, bude možné proces nasúvania trubičky prevádzať na zariadení DCR 231 a nebude nutná výroba nového zariadenia.

Úprava spočíva v nahradení niekoľkých dielov nosnej konštrukcie zariadenia, nasadenia rozmernejšej a výkonnejšej hydraulikkej jednotky a úpravou bezpečnostného krytovania. Nosná konštrukcia je stavaná tak, aby absorbovala prebytočnú silu vyvinutú silným hydraulickým valcom o priemere $\varnothing 125$ mm (pôvodné riešenie obsahovalo hydraulický valec o priemere piestu $\varnothing 80$ mm). Táto konštrukcia spočíva v masívnych bočných elementoch tvaru „C“ (Obr. 4.3).



Obr. 4.3 Pôvodný a zosilnený bočný element nosnej konštrukcie tvaru „C“.

Zosilnená verzia zariadenia (Obr. 4.4, Obr. 4.5) obsahuje masívne prevedenie vertikálnej hydraulikkej jednotky, preto aj bočné elementy musia byť schopné absorbovať prípadnú prebytočnú silu. Prevedenie „C“ umožňuje uchytenie hornej dosky konštrukcie zo spodnej strany „C“ elementu, čím je doska chránená prípadným odtrhnutím skrutkového spoja, ako by tomu bolo s využitím pôvodnej konštrukcie bočného elementu. Spodné uloženie s využitím pera bude schopné absorbovať silu a zabráni tak prípadnému natáčaniu zostavy pôsobením tlačnej sily vertikálnej hydraulikkej jednotky. Horná doska tiež musela podstúpiť úpravu, pretože nový výkonnejší hydraulický valec má inú rozteč montážnych dier, ako jeho menší predchodca.



Obr. 4.4 3D model pôvodnej, resp. zosilnenej konštrukcie zariadenia DCR 231.



Obr. 4.5 Fyzické prevedenie pôvodnej, resp. zosilnenej verzie zariadenia DCR 231, zosilnená verzia s krytovaním, zadná strana zosilnenej verzie.

Pevnostná analýza (Obr. 4.6) zobrazuje zaťažený bočný element nosnej konštrukcie v oboch prevedeniach. Hodnota zaťaženia vyplynula z tabuľky (Tab. 4.4) určujúcej reálnu silu hydraulických jednotiek pre definovaný tlak. Silnejšie prevedenie bolo testované pri tlaku 160 bar, slabšia hydraulická jednotka pri tlaku 100 bar. Výsledná hodnota použitá v pevnostnej analýze bola potom vydelená dvoma, pretože silové pôsobenie hydraulickej jednotky bude rozložené na oba elementy nosnej konštrukcie rovnomerne. Kompletný protokol pevnostných analýz oboch prevedení dostupný v prílohách:

Príloha12 pevnostna_analyza_povodna_konstrukcia,
resp. Príloha13 pevnostna_analyza_zosilhena _konstrukcia.

ZÁVER

Úbytok hmotnosti produktov v automobilovom odvetví sa v poslednej dobe dostáva medzi priority popredných značiek. V súvislosti s týmto trendom dochádza k významnému posunu požiadaviek zákazníka, ktorý očakáva za rovnakú cenu stále vyšší štandard. Riešením môže byť prechod zákazníka k bonitnejšiemu dodávateľovi rešpektujúcemu jeho požiadavky, alebo ich predstavenie súčasnemu dodávateľovi, ktorý sám rozhodne, či je v danej dobe schopný tieto požiadavky splniť. Spoločnosť Mubea HZP s r.o., člen koncernu Mubea AG Deutschland, aplikuje stratégiu smerujúcu k ovládnutiu trhu v danom odvetví, preto podniká nevyhnutné kroky k naplneniu tohto ambiciózneho cieľu. Jedným z cieľov je maximalizácia spokojnosti zákazníka, ktorý po obdržaní úspešného obchodu nemá dôvod hľadať iný zdroj výrobkov, je teda považovaný za budúci zdroj finančných prostriedkov potrebných na chod koncernu. Z tohto dôvodu spoločnosť Mubea HZP s r.o. uplatňuje túto stratégiu na praktickom využití automatizácie výrobného procesu stabilizátorov. Za týmto účelom bolo tiež rozhodnuté o stavbe univerzálneho zariadenia DCR 231, prioritne stavaného k automatizácii výroby stabilizačných tyčí pre projekt Daimler R231, prakticky známy pod názvom Mercedes SL. Zariadenie je strategicky konštruované tak, aby bolo ním možné automatizovať široké projektové spektrum časti výrobného procesu stabilizačných tyčí. Univerzálne zariadenie DCR 231 je schopné pracovať s širokým rozpätím polotovarov, čím je zaručená jeho maximálna univerzálnosť smerujúca k maximálnej úspore nákladov spojených s výrobou stabilizačných tyčí a zároveň k minimalizácii nákladov spojených s jeho konštrukciou. Prienikom týchto skutočností je sofistikované zariadenie schopné významnej redukcie nákladov vo veľmi krátkom čase v závislosti na stupni využitia zariadenia. Zariadenie DCR 231 slúži k nasúvaniu trubičiek do vnútorného priemeru stabilizátora, kde objemom trubičky prispieva k spevneniu koncových častí stabilizátora. Zariadenie zároveň prispieva k minimalizácii hmotnosti stabilizačnej tyče tým, že nie je nutné použiť hrubostenný polotovar na celý stabilizátor, ale postačí tenkostenný polotovar (tyč) s následným spevnením koncov pomocou nasunutia trubičky. Tento postup má potom čiastočný podiel na redukcii hmotnosti automobilu, ktorá opäťvedie k zníženiu nákladov spojených s užívaním automobilu. Poloautomatické zariadenie sa teda niekoľkými faktormi podieľa na redukcii spotrebných nákladov spojených s užívaním automobilu, čo v praktickom hľadisku prispieva tiež k ochrane životného prostredia znížením spotreby paliva spôsobeným redukciami hmotnosti automobilu.

Zariadenie DCR 231 bude zaradené do výrobného procesu v závodoch Mubea HZP s r.o. a Mubea GmbH Attendorn. Nasadenie zariadenia zvýši výrobnú kapacitu výroby daného projektu, zníži prácnosť výroby a tým prispeje k redukcii nákladov spojených s výrobou stabilizačných tyčí pre sledovaný projekt, zároveň automatizáciou prispeje k zníženiu chybovosti danej pracovnej operácie a taktiež k zvýšeniu bezpečnosti práce spojenej so špecifickou operáciou výrobného procesu stabilizátora.

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

1. JOSEPH E. SHIGLEY, CHARLES R. MISCHKE, RICHARD G. BUNDYNAS: Konstruování strojních součástí, 1. vydanie, 2010, Brno: Nakladatelstvo VUTIUM, Antonínská 1, 601 90, Brno, s. 1159, ISBN: 978-80-214-2629-0.
2. MECHMES: Stabilizátory [on-line]. 17. 8. 2011 [vid. 17.3.2012], dostupné z: http://http://mechmes.websnadno.cz/dokumenty/pri-teo-06_stabilizatory.pdf, dostupné v Príloha9 MECHMES_Stabilizátory_pri-teo-06_stabilizatory.
3. MIROSLAV RUSIŇÁK: UGS SolidEdge V20, 1. vydanie, Praha: Miroslav Rusiňák, 2007, s. 486, ISBN: 978-80-239-9382-0.
4. SHIMOSEKI, HAMANO, IMAIZUMI: FEM for springs [on-line], Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 2003: New York, s.170 – 191, [vid. 18.2.2012], dostupné z: http://books.google.cz/books?id=m4X_EkZcg-IC&pg=PA170&dq=stabilizer+bars&hl=sk&sa=X&ei=dRcwT8jeLMTn-ga8x_inDg&ved=0CDcQ6AEwAA#v=onepage&q=stabilizer%20bars&f=true, ISBN 3-450-00046-1.
5. ŠMEHLÍKOVÁ: Speciální technologie tváření (HST), UST, FSI, Brno, 2010 (časť textu dostupná v Príloha10 ŠMEHLÍKOVÁ_HST_specialni_technologie_tvareni_ohyb_trubek).
6. WIKIPEDIA: Double wishbone suspension [on-line]. 6. 2. 2012 [vid. 23.3.2012], dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Double_wishbone_suspension.
7. WIKIPEDIA: Sliding pillar suspension [on-line]. 10. 8. 2011 [vid. 1.3.2012], dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Sliding_pillar_suspension.
8. WIKIPEDIA: Swing axle [on-line]. 10. 8. 2011 [vid. 1.3.2012], dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Swing_axle.
9. WIKIPEDIA: Automobil [on-line]. 5. 2. 2012 [vid. 10.3.2012], dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Automobil>.

10. WIKIPEDIE: Parní stroj [on-line]. 5. 2. 2012 [vid. 10.3.2012],
dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Parní_stroj.

11. WIKIPEDIE: Pevná náprava [on-line]. 15. 8. 2011 [vid. 28.3.2012],
dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Pevná_náprava.

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV

Skratka	Popis
AG	Nemecký ekvivalent akciovej spoločnosti
CE	Nemecký ekvivalent certifikátu zariadenia
GmbH	Nemecký ekvivalent spoločnosti s ručením obmedzeným
PDM	Správa technickej dokumentácie

Symbol	Popis
kN	Kilonewton
mm	Milimeter
ppm	Part per milion
Σ	Suma

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha 1	FESTO_HGPT-B_EN_výber_strán, dokumentácia k pneumatickým kliešťom
Príloha 2	FESTO_HP_V_14_20_CZ, dokumentácia k pneumatickému oddeľovaču
Príloha 3	FESTO_CRVZS_AIR-RESERVOIRS_CZ, dokumentácia k bezpečnostnému zásobníku vzduchu
Príloha 4	PARKER_hydraulikzylinder_HMI_EN_výber_strán, dokumentácia k hydraulickým jednotkám
Príloha 5	IFM_IGC204, dokumentácia k indukčnému senzoru IGC204
Príloha 6	IFM_IE5257, dokumentácia k indukčnému senzoru IE5257
Príloha 7	IFM_IS5035, dokumentácia k indukčnému senzoru IS5035
Príloha 8	Základné konštrukčné koncepcie automobilov_výber_strán, doplnkový text
Príloha 9	MECHMES_Stabilizátory_pri-teo-06_stabilizatory, použitá literatúra
Príloha 10	ŠMEHLÍKOVÁ_HST_specialni_technologie_tvareni_ohyb_trubek, použitá literatúra
Príloha 11	Daimler_kapacita_bez_automatizacie, kapacitný prepočet následných operácií po nasunutí trubičky do stabilizátora bez automatizácie
Príloha 12	Pevnostna_analyza_povodna_konstrukcia, analýza pôvodnej konštrukcie
Príloha 13	Pevnostna_analyza_zosilnena_konstrukcia, analýza zosilnenej konštrukcie
Príloha 14	DCR231_ilustrácie, ilustrácie zariadenia vo vyššom rozlíšení
Príloha 15	Výkresy (Zeichnungen, kpl.), kompletná výkresová dokumentácia

PRÍLOHY